

최종보고서

GOVP1199704248

627.75
L293A
V.2

수평착정 공법을 이용한 무동력 지하수 활용 기술

Utilization Technics of the Groundwater Developed
by Horizontal Drilling, Without Power Supply

연구기관 : 농어촌진흥공사

농 립 부

제 출 문

농림부장관 귀하

본 보고서를 “수평착정공법을 이용한 무동력 지하수 활용 기술” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

1996. 12.

주관연구기관명 : 농어촌진흥공사

총괄연구책임자 : 김 문 하

연 구 원 : 오 방 일

김 주 인

이 형 순

김 진 성

정 영 교

여 백

요 약 문

I. 제 목

수평착정 공법을 이용한 무동력 지하수 활용 기술

II. 연구개발의 목적

- 가. 수평착정을 이용한 지하수 확보 방법 연구 및 수평착정 모델 설정
- 나. 산간 오지 농어가에 무동력 농어촌 용수 공급
- 다. 무동력지하수를 이용한 에너지 절감 방안 연구
- 라. 수평착정공법 기술의 개발 및 개선방안 연구
- 마. 무동력 지하수의 부가적 이용방안 연구

III. 연구의 필요성

- 가. 농업생산기반 시설지원이 불가능한 농어가에 대한 용수문제 해결
- 나. 지하수 위치 에너지를 이용한 관리비용 절감 및 에너지 절감
- 다. 염수 침입 및 오염우려 지역에서의 수평착정에 의한 지하수 개발 필요
- 라. 오염원이 인접한 지역에서의 취수 이용방법 필요

IV. 연구 내용 및 범위

- 가. 수평착정 위치 선정을 위한 조사기법 연구 및 수평착정 시행
- 나. 무동력 지하수의 활용방안에 대한 자료 수집 및 분석
- 다. 수평착정 개발 자료 분석 및 모델 설정
- 라. 수질조사 기법연구 및 지화학적 상관관계 연구

V. 연구결과

가, 산악지형에서의 수평착정 조사 위치 선정을 위한 정밀한 지질조사 및 지질구조자료 측정을 통한 통계분석 결과 비교적 큰 규모의 암맥 및 소규모의 절리들은 지하수의 주요 유동통로 역할을 하였다.

나. 수평착정을 위한 기초모델을 설정한 결과 각각의 지질양상에 따라 8개의 유형으로 구분하였다.

다. 연구지역 수질과 화학조성 분산요인을 Log 활동도 다이어그램상의 수질활동도를 측정하는 기법과 파이퍼 다이어그램상 조성법에 의한 연구결과 연구지역의 지질과 지하수의 수질은 밀접한 연관성을 갖는다.

라. 6개 지역에 대한 정밀 지질조사 및 수문조사후 3개 지역을 대상으로 수평착정을 시행한 결과 약 5m³/d ~ 130m³/d의 양수량을 확보하였다.

마. 수평착정조사에 의한 무동력 지하수는 유지관리 비용 및 에너지 비용의 절감효과를 거두었다.

바. 수평착정공법의 개선으로 신선한 암반에 대한 수평 굴진심도 증대 (약 30m ~ 80m)방안 구축.

ABSTRACT

I. TITLE

Utilization technics of the groundwater developed by horizontal drilling without power supply.

II. PURPOSE OF THE STUDY

- A) Horizontal drilling model establishment and study of the groundwater development by horizontal drilling.
- B) Water supply without power supply to the remote farming and fishing area.
- C) Study of the energy saving methods using groundwater developed by horizontal drilling
- D) Investigation and improvement of the horizontal drilling.
- E) Extra utilization of the groundwater developed by horizontal drilling

III. NECESSITIES OF THE STUDY

- A) Urgent needs to solve the water supply problems to the farm land where a basic facility support for the agricultural activity is impossible.
- B) Saving the management expenses of the groundwater, due to its no need of power supply.
- C) To reduce the pollution of the groundwater, the horizontal drilling may be recommendable.
- D) Development of the water management method around the area near which pollution sources are present.

IV. SCOPE OF THE STUDY

- A) Study on the techniques of the site selection for the horizontal drilling.
- B) Collection and analysis of the utilization methods of the groundwater developed by the horizontal drilling method.
- C) Analysis of the models and development data for the horizontal drilling.
- D) Study of the water quality assessment techniques and geochemical corrections.

V. RESULTS OF THE STUDY

- A) The geological survey and geophysical exploration result that dykes and joints play an important role as a groundwater migration pathway.
- B) The horizontal drilling models are divided into 8 types according to geological features.
- C) Significance of the log activity and Piper diagram in interpreting the chemical variance of the groundwater and its geochemical correction to the bedrock geology.
- D) After that detailed geological survey and hydrological investigation for the six regions, horizontal drilling carry out for three areas.
- E) The groundwater developed by horizontal drilling is no need of the electrical power supply. As a result, It is cut down the management costs and energy expenses.
- F) Improvements of the horizontal drilling method and penetrating depth (about 30m to 80m).

목 차

제 1 장 서 론	1
제 1 절 연구배경과 필요성	1
제 2 절 연구 목적	3
제 3 절 연구 내용	4
제 2 장 수평착정공법을 이용한 지하수개발 개요	6
제 3 장 수평착정 위치 선정 조사 기법 연구	11
제 1 절 머리 말	11
제 2 절 연구방법	12
제 3 절 연구지역의 위치 및 지형	15
제 4 절 연구지역의 지질	19
제 5 절 연구지역의 지질구조	37
제 6 절 일반탐사	56
제 7 절 물리탐사	64
제 8 절 지하수문학적 제언	149
제 9 절 수질자료의 측정 및 결과	154
제 10 절 맺 음 말	173

제 4 장	수평착정 조사	177
제 1 절	머 리 말	177
제 2 절	착정조사	178
제 5 장	지하수 오염 가능성 평가	181
제 1 절	DRASTIC에 의한 지하수 오염 가능성 평가	181
제 2 절	DRASTIC의 가정	182
제 3 절	연구지역의 오염 가능성 평가	183
제 4 절	염수에 의한 담수의 오염방지	196
제 6 장	지하수 이용시설 조사	198
제 1 절	용수공급자료 분석	198
제 2 절	지하수를 이용한 열이용 조사	199
제 3 절	워터커튼하우스 보온 기술의 체계화 및 평가	206
제 7 장	맺 음 말	214
제 1 절	기대효과	216
제 2 절	활용방안	218

제 1 장 서 론

제 1 절 연구배경과 필요성

1. 연구배경

우루과이라운드 타결로 인해 영농시설의 과학화와 고부가가치의 농산물 생산이 절실히 요구되어 농업구조정책의 수혜 농어가 확대 추세에 있으나 오지 농어민의 상대적 빈곤감은 증대하고 있다. 본 연구는 농업구조정책의 주력사업인 농업기반 조성사업, 지하수개발사업 등을 수행하면서 소외된 농어가 문제 등이 부각되어 기반 시설을 할 수 없고 소량의 관광 용수(청정 음료수) 해결에 막대한 인건비 및 시간을 소비하고 있는 실정을 감안하여 농어민의 농어촌 용수를 무동력으로 해결함으로써 시설농업 및 농어민 주거 환경 개선을 통한 소득 향상과 복지 후생에 기여하고자 하였다. 또한 산악 지대 및 해안 지대에 관광용 청정 음료수를 적은 비용으로 개발하여 제공하고 해안지대의 염수침입 등에 의한 환경오염 문제의 해결방안을 모색하고자 하였다.

2. 연구의 필요성

본 연구는 기술적 측면에 있어서 농어가에 무동력을 이용한 농어촌 용수 공급 가능성을 파악해 볼 수 있다. 특히 산간 지역에서의 위치에너지를 이용한 무동력 지하수의, 농수축산 시설에의 활용 기술 향상에 기여할 수 있을 것으로 생각된다. 또한 해안지역에서는 담수층의 수위 강하를 방지하여 수리학적 오염 대상지구(염수침입 방지)를 줄일 수 있으며,

염수침입 등에 의한 환경오염을 방지할 수 있을 것이다. 이러한 수평착정공법을 통하여 얻은 기술은 발기반정비 농어촌용수 및 농어촌종합개발사업 등에 반영하여 기술향상을 도모할 수 있을 것이다.

경제적인 측면에서는 농업생산기반 시설 지원(용수 문제 미해결)이 불가능한 농어가에 용수 문제를 해결하므로써 시설지원이 가능하며, 위치에너지를 이용하여 무동력으로 지하수를 채수, 공급하므로써 이용시설에 대한 투자비를 절감하고 농가의 유지 관리비를 줄일수 있으므로 기술개발에 성공시 공법 및 위치선정 기준 등을 제시함으로써 농어민의 소득향상 및 복지시설 등의 환경개선에 이바지할 수 있을 것이다.

사회적 측면을 고려해 볼 때 산간 오지 및 해안 지방에 농어촌 용수를 해결함으로써 구조정책의 수혜 농어가 확대가 가능하며, 무동력을 이용한 농수, 축산 냉난방시설의 보급으로 에너지를 절감할 수 있다. 한편, 지하수를 청정음료수로 사용하려는 사회적 욕구가 점차 증가되는 추세이므로 본 시설 이용시 채취장소에서 인원 및 시간 낭비 요소를 제거할 수 있으며, 이를 이용하여 용설 및 관광용수 등의 부가가치를 증대시킬 수 있는 방안을 모색할 수도 있다.

수평착정공법을 이용한 무동력지하수의 활용 기술에 있어서 국내의 기술 현황은 미약하다. 국내에서 수평착정은 평야부의 대형 방사상 집수정 및 농업용수개발에 다소 이용되어 왔으나 소형 수평착정공법에 관한 구체적인 연구개발은 전무하여 농업구조정책에의 반영이 어려운 실정이다. 또한 대부분의 에너지의 이용에 대한 기술의 연구는 별개로 진행되며, 대체 에너지를 농업시설에 이용하고자 하는 노력은 적은 편이다. 그러므로 본 연구에서는 지하수를 개발하여 별다른 동력시설이 필요없이 지하수를 채수, 이용하므로써 대체에너지 이상의 효과를 거둘 수 있을

것으로 판단된다. 한편, 국외에 있어서 수평착정공법에 의한 지하수개발 연구는 해안도서지역에서 해수침입에 의한 식수의 오염문제, 산간오지 용수 확보 문제의 해결과 환경오염 방지 추세와 더불어 미국 하와이 등에서 수평시공을 통한 구조지질학적 여건과 지하수자원의 관리계수 창출 및 농업경제학적 분석을 통하여 전략적인 사업으로 실시되고 있다.

그러므로 70%가 산악 지대이며 섬이 많은 국내의 여건으로 볼 때 수평착정공법을 이용한 지하수의 개발은 그 가능성이 충분할 것이다.

제 2 절 연구 목적

가. 수평착정을 이용한 지하수 확보 방법, 해외의 무동력 및 소동력 지하수의 활용 계획과 선진국의 수평시공에 의한 지하수이용 계획의 자료를 수집, 분석하여 수평착정공법 및 지질학적 특수 조건을 모델링하고, 수문학적 조건과 연계성을 가진 수평착정 조사를 시행하여 최적의 개발 모델을 제시하고자 한다.

나. 산간 오지 및 도서 해안지역에서 수평착정 공법에 의한 무동력 지하수를 개발 공급함으로써 용수 부족 지역 및 소량의 지하수개발로써도 그 이용 가치가 높은 지역을 대상으로 한 지하수 개발 모형을 설정하고자 한다.

다. 수평착정공법 기술을 개발 및 발전시킴으로써 기술력 향상에 기여한다.

라. 무동력 지하수의 효과적인 개발 방법과 부가적인 이용 방안을 모색한다.

제 3 절 연구내용

1. 현황조사·분석

수평착정 공법을 이용한 지하수 활용 기술을 모델화 하기 위하여 지질조사, 원격탐사, 항공사진판독, 물리탐사 및 오염 가능성평가 자료를 광역적 조사방법과 정밀지질조사 6개소를 조사 시행하였으며 농업 기반조성 사업의 일환인 '94, '95 발기반정비 및 농어촌생활용수 지하수개발 사업 및 이용시설 설계부문, 먹는물환경영향조사 보고서 및 국내와 해외의 용설계통에 관한 자료를 조사, 분석 하였다.

2. 모형설정

수평착정 위치는 수문학적, 지질학적 자료 및 물리탐사 결과를 정밀 분석하여 강원도 강릉시 대관령 반정읍터 부근, 왕산면 대기리 및 평창군 대화면 하안미리에 착정 조사를 실시하여 이용 시설의 용도 및 수량 증대 방안을 대비한 집수공법 및 생활용수, 농어업용수, 관광 용수 및 에너지용수 등의 활용 모형을 설정한다.

3. 수평착정 조사 및 성능 측정

구조지질학적 특수조건, 원격탐사, 항공사진 판독, 수질조사 등을 강원대학교 자원개발 연구소팀과, 지화학 분석등은 기초과학연구지원센터의 유도쌍플라즈마 분광분석기, 이온크로마토그래프 및 수질측정기 (pH meter, Eh, 전도도), X-ray 형광 분석기 등을 이용하여 측정하였다.

원격탐사 및 항공사진 판독은 인공위성 LAND SAT5의 자료와 항공사진을 사용 판독하였으며 한국자원연구소 등 연구기관의 자료 분석 등과 비교 검토하

였다. 물리탐사는 WADI VLF, ABEM SAS 300, BOOSTER SAS 2000을 사용하여 측정하였으며, 수평착정 조사는 농어촌진흥공사 보유장비인 TOP - MB 및 Compressor (DPC-250)를 사용하였다.

4. 분석

상기자료를 이용 정밀 지질조사, 샘(Spring)형황조사, 수질 조사, 지질도, 지질 단면도 및 SPSS-PC를 이용한 통계분석과 Surfer Program을 이용한 도면 분석, MINTEQA 2 Program 을 이용한 물 시료의 평형 해석을 실시하였다.

물리탐사는 FDM 방법에 의한 쌍극자배열법 및 슬립버저수직법에 의한 해석을 하였다. 수평착정에서 중요한 요인인 오염 가능성 평가는 DRASTIC에 의하여 잠재 오염 가능성을 평가하였다. 수평착정공에 대한 조사는 갈수기인 동절기의 DATA가 중요하므로 연차 계획에 관계없이 계속 조사하였다.

제 2 장 수평착정 공법을 이용한 지하수 개발 개요

수평 착정공법을 이용한 지하수 개발은 지하수가 유동하는 대수층내에 굴착 장비를 사용하여 수평으로 굴진, 지하수를 유출시키는 우물 착정공법이다. 즉, 수평 착정기를 이용하여 인위적으로 샘물이나 폭포 형태를 만들어 지하수를 확보하는 방법이다 (그림 1).

수리적인 유출이란 포화대내의 지하수가 액체 상태로서 지표로 직접 유출되는 것으로, 이들은 주로 Spring 이나 집수 암거, 터널 및 수평 착정공을 통하여 유출되는 것을 의미한다. 암석이나 토양으로부터 지하수가 자연적으로 지표나 지표수 형태로 유출되는 지점을 Spring 이라 한다. 즉, 본 수평착정공법을 이용한 지하수 개발은 Spring 과 지질구조 및 수리 수문학적으로 유사하나 인위적인 유출로 정의할 수 있다.

Spring(용천)은 여러 가지 특성에 따라 분류된다. 즉,

- ① 물이 용출되어 나오는 공간의 크기
- ② 지표로 지하수를 용출케 하는 지질구조 및 외력
- ③ 대수층의 암석학적 성질
- ④ 대수층의 지질구조
- ⑤ 지하수가 유출되는 공간
- ⑥ 용출량
- ⑦ 용출량의 균일성
- ⑧ 용출의 지속성
- ⑨ 용천의 수질
- ⑩ 수온

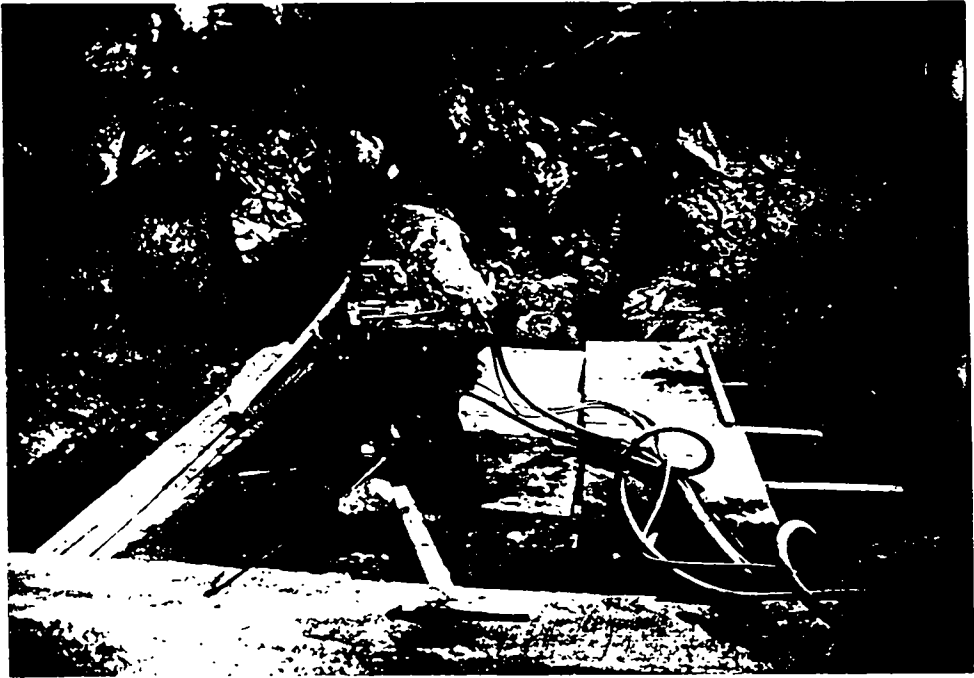
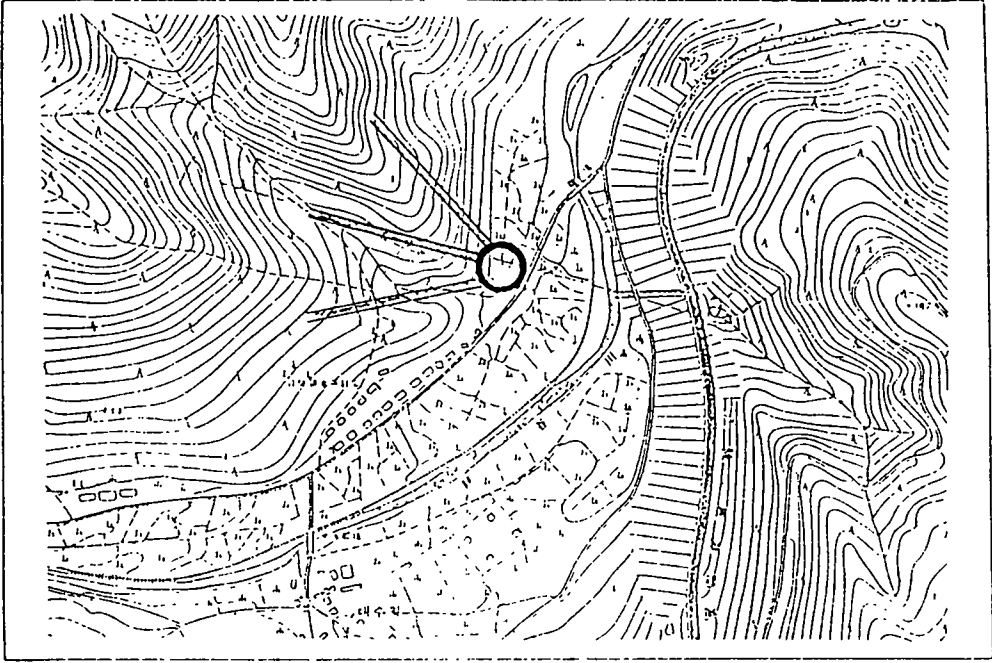


그림 1. 수평착정공법을 이용한 지하수개발 모식도 및 시공광경

⑩ 용천으로부터 생긴 현상 등에 따라 분류할 수 있다.

①의 경우에 이를 누수 및 침투 용천, 구열용천 및 공동용천으로 구분하며, 누수 및 침투 용천(Seepage & Infiltration Spring)이란 투수층에 발달된 수개의 구멍으로부터 지하수가 용출되는 용천으로 그 용천량이 비교적 소규모이므로 이를 누수용천이라고도 한다. 이러한 소량의 물이 누수되는 전지역을 누수지역(Seepage Area)이라 부른다. 이에 비해 구열 및 공동용천은 전자보다 비교적 큰 암석내의 절리 및 파쇄대를 따라 지하수가 유출되는 용천으로서 큰 파쇄대를 통해서 지하수가 유출될 때는 파쇄대용천이라 하고, 절리를 통해서 유출될 때는 절리용천이라 한다. 특히 용암이나 석회암 지역에서, 용암터널이나 용해공동과 같이 원형 모양의 비교적 큰 공간을 통해 지하수가 유출되면 이를 공동용천이라 한다.

②의 경우는 중력에 의한 압력으로 말미암아 지표로 지하수가 유출되는 용천과 지하 내부에서 작용하는 다른 압력에 의해 유출되는 용천으로 분리할 수 있는데, 전자인 지구중력에 의한 유출용천은 중력용천과 피압용천으로 다시 세분할 수 있다. 중력용천이란 암석의 절취로 인하여 지하수면이 지표로 노출됨으로써 형성된 것이 그 대표적인 것이다. 지구중력에 의해 지층의 공간을 통해 마치 하도에서 지표수가 흐르듯, 대수층으로부터 지하수가 지표로 흘러 내릴 때 이를 중력용천이라 하고, 이에 비해 대수층 위에 피폭되어 있는 구속층에 생긴 공간이나 틈을 따라서 압력을 받고 있던 지하수가 지표로 용출되어 나오는 용천을 피압용천이라 하며, 피압수면(지하수면)이 지표보다 높은 경우에 이러한 피압용천이 생긴다.

중력용천은 다시 분지용천, 접촉용천, 피압용천, 파쇄 및 공동중력용천으로 세분된다. 분지용천이란 지표면이 지하수면 하부까지 노출되어 있어 투수층으

로부터 지하수가 유출할 때 생긴 용천이고, 접촉용천은 투수층과 불투수층 상부 투수층에 포함된 지하수가 하부 불투수층으로 침투되지 못하고 그 경계면의 경사를 따라 흘러 내려와 지표로 유출되는 용천이다.

접촉용천도 지표로 지하수를 유출하는 파쇄대(Fracture)의 성질에 따라 세분할 수 있다. 즉, 지구 내부에서 일어나고 있는 미지의 작용에 의한 압력으로 지표로 유출되는 지하수로 이루어진 열수온천과 같은 것이 있는데, 이들의 유출량과 온도는 거의 일정하므로 계절적인 변화는 거의 없다. 이들은 그 대부분이 지하심부로부터 뜨거운 지하수가 용출될 수 있는 단층이나 기타 지질구조를 따라 발생한다. 지하수가 충분한 심도에서 지표로 용출될 수 있는 지질구조가 발달되어 있지 않을 때는 이를 피압용천이라 하지 않고 열수용천이라 한다. 이러한 온천은 화산활동이나 기타 화산활동의 영향을 받지 않는 지하심부에 연결된 지질구조에 의한 것으로 사료된다. 그러므로 어떤 외력이나 지질구조에 따라서 분류되는 용천은 다음과 같이 요약할 수 있다.

가. 중력에 의한 용천

- ① 중력용천, 분지용천, 접촉용천, 파쇄대 및 공동 중력용천
- ② 피압용천

나. 지구심부에서 원인이 밝혀지지 않은 압력에 의한 용천

- ① 화산활동과 관련된 용천,
- ② 지하심부에 연결된 지질구조(Fracture와 같은 구조)를 통해 유출하는 용천

대수층을 구성암석의 성질에 따라 분류할 때는 그 용천이 발달되어 있는 모암의 암석명을 따라서 부른다. 즉, 사암에 발달된 용천은 사암용천이라 부를 수 있으나(예, 석회암용천, 규암용천), 이와 같은 용어는 용천 성인에 대한 의미를 지니지 않으므로 거의 사용하지 않는다. 대수층의 지층명에 의한 분류도 예

들어 홍점통내에 발달된 용천은 홍점통용천이라 부를 수 있으나, 동일지역의 홍점통에서도 수백개의 대소용천이 발달되어 있으므로 이러한 명명은 별로 큰 의미를 지니지 못한다.

용천은 이로부터 용출되는 지하수량에 따라 다음과 같이 구분한다.

표.1 유출량에 따른 용천의 분류

정 도	유 출 량
제 1 급	+ 10 m ³ /sec
제 2 급	1 ~ 10 m ³ /sec
제 3 급	0.1 ~ 1 m ³ /sec
제 4 급	10 ~ 100 l/sec
제 5 급	1 ~ 10 l/sec
제 6 급	0.1 ~ 1 l/sec
제 7 급	10 ~ cm ³ /sec
제 8 급	10 cm ³ /sec 이하

이 중 우리나라 평창지구의 대석회암통에 발달된 용천 중에는 그 유출량이 50m³/sec 이상 되는 것이 수개소 있어 제1급 유출용천으로 분류되며, 일반적으로 난대수층이라고 알려진 화산암내에 발달된 용천들은 제 8급에 해당하는 용천이 많이 발달되어 있다.

제 3 장 수평착정 위치 선정 조사 기법 연구

제1절 머리말

이 연구는 “수평 착정 공법을 이용한 무동력 지하수 활용 기술” 연구의 일환으로, 수평 착정 위치의 주변 지질구조 및 수질에 대하여 정밀분석한 것이다. 그러므로, 이 연구에서는 수평착정 대상지 주변의 정밀한 지질 조사 및 구조 조사를 통해 가장 적합한 착정 위치를 선정할 수 있도록 가능한 모델을 제시하고 또한 주변의 수질을 분석함으로써 차후 개발될 지하수의 화학적 성질을 예측하고 그 활용 방안을 알아보고자 하였다.

이 연구의 결과는 향후 유사한 지하수 개발 사업에 필요한 지질, 지질구조 및 수질 조사시행에 있어서 기초 자료로 제공 될 수 있을 것이다. 수평착정조사가 시행된 이후에도 모든 자료를 비교 검토하여 모의 적용을 통한 연구가 필요할 것이다.

이 연구에서 수평착정이 가능한 위치 선정을 위한 조사 내용은 다음과 같다.

- ① 연구 지역에 대한 정밀 지표 지질조사 및 구조지질학적 조사
- ② 조사지역의 구조선에 대한 자료 수집 및 전산화
- ③ 지질도, 지질구조도 및 지질 단면도 작성을 통한 대수층 파악
- ④ 원격 탐사, 물리 탐사 및 수평착정 조사에 따른 기술적 검토
- ⑤ 구조선 자료에 대한 통계 처리
- ⑥ 수질의 분석 비교
- ⑦ 수질에 영향을 미치는 요인에 대한 분석 및 평가
- ⑧ 지질 구조 및 지형에 따른 지하수와의 상관 관계, 지질학적 특수 조건과 지하수문학적 상관관계 조사

⑨ 산간, 도서 및 해안지역에 대한 적용성 검토

⑩ 실용화를 위한 수치 모델 개발

이 보고서에서는 컴퓨터 출력 자료 및 컴퓨터 디스켓을 부록으로 첨부하여 연구 내용을 보다 쉽게 이해하고, 실제로 적용하는데 도움을 주고자 하였다.

제 2 절 연구 방법

1. 연구 대상 지역 선정

연구 지역은 강원도 내 6개소를 선정하였다. 연구 지역의 선정 기준은 교통의 편리성, 표본 연구가 가능한 단순한 지질분포지역, 지하수의 부존 가능구조대 및 수평착정에 의한 지하수 개발시 활용을 극대화 할 수 있는 지역을 기준으로 선정하였다. 이러한 기준에 의해 선정된 곳이 강원도 강릉시 성산면 어흘리, 왕산면 대기리, 춘천시 동내면 거두리, 인제군 인제읍 가아리, 평창군 대화면 하안미리 및 영월군 북면 성황동 지역이다. 이 보고서에서는 이들 6개 지역을 각각 “대관령지역”, “대기리지역”, “거두리지역”, “용수골지역”, “하안미지역”, 및 “성황동지역”으로 구분하였으며, 이들 지역에 대한 위치 및 지질은 후에 자세히 기술하였다. 특히 수평 착정 조사가 시행된 위치는 지하수 부존과 밀접한 관계가 있는 지표수 유입 요소가 불량(유역면적 부족)하며, 지하수 함양이 불량한 조건인 풍화대가 발달되지 않고 경사도가 급한 지역을 선정하여 수평착정 후, 구조선에 의한 지하수 유입이 가능한 지역을 선정하였다.

2. 지표지질 및 구조 조사

선정된 연구 지역에 대해 지표 지질조사를 실시하였다. 지표지질조사 기간 동안, 암상의 분류와 그들 간의 경계, 구조 자료의 수집, 암석 및 물 시료의 채집, 현장 수질 측정 등을 실시하였다. 이 때 수집된 지질 및 구조 자료는 후에 지질도, 지질 구조도, 및 단면도를 작성하는데 이용하였으며, 채취된 시료는 현미경 관찰 및 화학 분석 등에 이용하였다. 구조 자료의 측정 방법과 체계적인 정리 방법에 대해서는 후기한 세부사항 설명을 참고하기 바란다.

3. 박편제작 및 편광 현미경 관찰

연구 지역의 지표 지질조사 기간 중 채취된 암석 시료를 강원대학교 지질학과 박편제작동에 의뢰해 박편을 제작하였다. 이렇게 제작된 박편은 현미경 관찰을 통해 암석의 종류, 구성 광물 및 그 대략적인 함량을 알아내는데 사용되었다.

4. 현장 수질측정

연구 지역의 하천수 수질을 야외조사 기간 중 현장에서 직접 측정하였다. 현장 수질측정 항목은 온도, pH, Eh, 및 전도도이다. 이들 항목은 전극을 이용하여 측정하였으며, 자세한 측정 방법은 세부사항 설명시 기술하였다.

5. 화학분석

야외 조사 기간 중 채취된 암석 및 물 시료에 대한 화학 분석을 실시하였다. 대부분의 화학 분석은 기초과학연구지원센터 서울 분소에 의뢰하였으며, 일부는 강원대학교 화학과에서 실시하였다. 화학 분석을 위해 사용된 기기는 다음과 같다.

① 암석의 화학 분석: X-선 형광 분석기 (X-ray fluorescence spectrometer)

- ② 물의 양이온 분석: 유도쌍 플라즈마 원자 방출 분광 분석기(Inductively coupled plasma atomic emission spectrometer), 유도쌍 플라즈마 질량분석기(Inductively coupled plasma mass spectrometer)
- ③ 물의 음이온 분석: 이온 크로마토그래프 (Ion chromatograph).

6. 자료의 통계 분석

야외 조사 기간 중 수집된 구조 자료와 현장 측정 및 화학 분석을 통해 얻은 수질 및 물의 화학 조성 자료를 전산화한 후, 이를 컴퓨터 프로그램 SPSS-PC를 이용하여 통계 분석하였다. 전산화된 자료는 부록의 컴퓨터 디스켓에 저장하여 첨부하였다. 통계 분석 항목은 평균, 범위, 표준편차, 상관계수, 회귀 분석, 그리고 요인 분석 등이다. SPSS-PC를 이용한 통계 처리 출력 자료는 부록에 정리하였다.

7. 수질 자료 및 물의 화학 조성 자료의 평형 해석

물시료에 대한 수질 자료 및 화학 조성 자료로부터 평형 해석 (equilibrium analysis)을 실시하였다. 평형 해석은 미국 Environmental Protection Agency의 Center for Exposure Assessment and Modeling에서 공급한 컴퓨터 프로그램 MINTEQA2 (Allison et al., 1991)을 이용하였다. 이 때, 활동도는 Davies의 식을 이용하여 계산하였으며 (Davies, 1962), 어떠한 고상도 침전하지 못하도록 규제하였다. MINTEQA2를 이용한 평형 해석의 출력 자료는 부록에 통계 분석 출력 자료와 함께 첨부하였다.

8. 결과 해석

야외 조사 결과 수집된 구조 자료, 지질도, 지형도 및 구조 자료의 통계 분석

결과를 이용하여 지하수의 유동과 지질 및 구조 간의 관계를 밝히고자 하였다. 또한, 수질 및 물의 화학 조성 자료에 대한 통계 분석 결과와 평형 해석 결과로부터 연구 지역의 수질에 미치는 영향에 대한 분석 및 평가를 실시하였다.

제 3 절. 연구지역의 위치 및 지형

이번 연구를 위해 대상으로 선택한 6개 지역의 위치는 그림 2에 표시하였다. 이들 두 지역에 대한 위치 및 지형을 따로 나누어서 아래에 좀 더 자세히 기술하고자 한다.

1. 대관령 지역

대관령 지역은 행정 구역상 강원도 강릉시 성산면 어흘리에 속하며, 북위 $37^{\circ}41'45'' - 37^{\circ}42'5''$ 및 동경 $128^{\circ}45'21'' - 128^{\circ}45'42''$ 를 차지하는 대략 $390,000 \text{ m}^2$ 의 넓이를 갖는 지역이다. 이 지역은 영동 고속도로상의 대관령 휴게소에 강릉쪽으로 바로 인접한 곳으로, 이 곳으로부터 횡계읍까지는 차로 대략 20분, 강릉까지는 대략 30분 소요된다.

대관령 지역은 새봉(해발 1071 m)에서 남동 방향으로 뺨은 산릉이 대각선 방향으로 길게 누워 있으며, 이 산릉을 중심으로 동쪽으로는 급사면을 이루고 서쪽으로는 완사면을 이룬다. 이들 사면들 중, 동사면이 주 연구 대상 지역이다. 이 산릉은 또한 강릉시와 평창군의 경계가 되며, 그 남쪽 끝에 대관령이 자리하고 있다.

연구 지역의 수계는 뚜렷한 것이 없이 다만, 하나 내지 두 개의 하천이 잠정 착정 위치 주변으로 지나갈 뿐이다. 연구 지역의 주변을 포함해서 살펴볼 때 이 지역의 하천은 수지상 패턴을 이루고 있다. 하천을 이루지는 않으나 자연

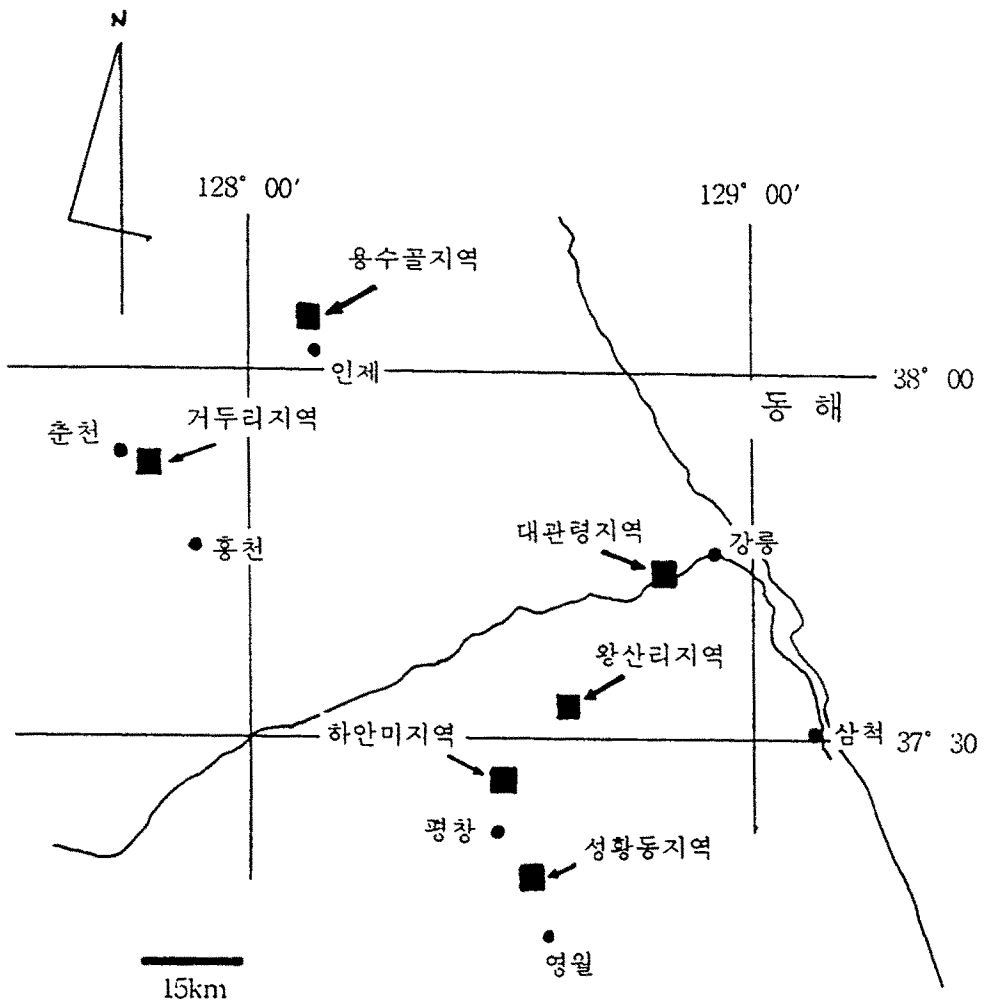


그림 2. 연구지역 위치도

적으로 지하수가 용출되는 곳은 몇 군데 있다. 이렇게 지하수가 용출되는 곳은 그 양이 많지 않아 갈수기가되면 용출을 멈출 것으로 판단된다.

2. 거두리 지역

거두리 지역은 행정 구역상 강원도 춘천시 동내면 거두리에 속하며, 북위 37°51'05" - 37°51'50" 및 동경 127°47'52" - 127°48'11"를 차지하는 대략 92,500 m² 넓이의 지역이다. 이 지역은 춘천-홍천을 잇는 5번 국도와 춘천-구성포를 잇는 56번 국도 사이의 간선도로와 바로 인접하여 있으며, 춘천-홍천간 일부 개통된 중앙고속도로 시작 지점에서 차로 10분 거리에 있다.

거두리 지역은 대룡산(해발: 899.4m)과 구봉산(높이: 441.3m)의 남북 방향 산릉이 만나는 곳에 위치하며, 이 지역의 동쪽 끝에 이 산릉이 남북으로 길게 자리하고 있다. 이 산릉은 춘천시 동면과 동내면의 행정 구역 경계가 되며, 이로부터 서쪽으로 급사면을 이루며 낮아지다가 서서히 지형의 경사가 완만해진다. 거두리 지역의 하천 또한 수지상 패턴을 보이며 이 지역의 지형에 따라 대개 동쪽에서 서쪽으로 흐른다. 이 지역은 뚜렷한 샘이 발견되지 않는 대신, 유량이 비교적 풍부한 하천이 몇 개 존재한다.

3. 용수골 지역

본 조사지구는 인제군 인제읍 가아리에 배속하며 입당도폭(1:25,000) 우안하단에 위치한다. 본 지구의 산계는 지구의 동북쪽에 위치한 해발 1,304 m의 대암산을 주봉으로 남으로 뻗어 내려 오면서 두솔산(1,147.9 m) 및 해발 1,000 m 내외의 무명산으로 이어져 오면서 본 지구의 바로 뒤쪽에 위치한 광치령(800.2 m)에 이르며, 광치령은 다시 본 지구를 서북으로 하고 남동 방향으로 개골령(915.2 m)으로 이어져 인제읍에 이른다. 본 지구 수계는 해발 1,000 m 내외의

무명산 및 광치령(Δ 800.2 m)에서 발원하는 수지상의 소지류가 본 지구 하부에서 합류되어 가아천을 형성하여 동류하다가 소양강과 북천의 합류 지점인 북면 원통리에서 소양강에 유입되고 있으며 입상은 비교적 양호한 편이다.

4. 대기리 지역

조사지구는 강원도 강릉시 왕산면 대기리 북부의 당목골에 위치하고 있으며, 대관령 남부에서 직선거리 약 5 km 부근에 위치한다.

본 지역의 지형은 침식윤회상 장년기 지형에 해당되며, 지형의 발달은 지질구조와 구성암질에 따라 차별 침식에 의해 계곡이 형성되었으며 견고한 지층들은 험준한 산릉을 이루고 있다.

조사지역의 산계는 서쪽으로 서득봉(1,052.6 m)과 동쪽으로 화란봉(1,069.1 m)을 중심으로 해발 1,000 m 내외의 무명산이 주위에 분포하고 있으며, 화강암 분포지역은 산세가 험하고 급경사의 계곡을 형성하고 있다.

수계는 지층의 주향 또는 절리를 따라 남북방향으로 형성된 수계와 이에 직교하는 방향의 수계로 구분된다. 이중 조사지역은 수지상 수계형태를 나타내며, 조사지역의 남측은 일부 절리를 따라 형성된 격자상의 수계를 나타낸다. 본 조사 지역에 발달된 소지류는 북동방향으로 흘러 강릉 저수지에 담수되어 남대천으로 유입된다.

본 조사지역중 시추 위치 부근에는 화강암의 영향으로 국도를 따라 N 18 E 80 NW 의 Fault가 발달되고 있다. 본 Fault 주위는 Fault Clay가 협재되고 Fault 서측으로는 열변질에 의한 풍화가 깊게 진행되고 있으며 Fault 동측에는 파쇄대가 발달되고 있다.

5. 하안미지역

하안미지역은 행정구역상 강원도 평창군 대화면 하안미5리에 속하며, 북위 37°25'00" - 37°30'00" 및 동경 128°25'00" - 128°35'00"에 해당한다. 이 지역은 영동고속도로 장평 인터체인지에서 평창방면으로 약 15km 지점에 위치한다.

연구지역은 태백산맥에서 서쪽으로 발달한 차령산맥의 북동부를 접하는 협준한 산악 지대에 해당한다. 따라서 평야부는 평창강을 따라 좁은 충적평야가 일부 발달되어 있을 뿐이다. 연구지역 부근에서의 최고봉은 가리왕산(1,560.6m)을 중심으로 중왕산(1,376.6m)등 해발 1,000m 이상의 고봉울이 발달해 있다. 본 지역에서의 지형은 대체로 암석분포와 지질구조에 따라 지배되고 있음을 나타낸다. 즉, 연구지역을 중심으로 동부의 쇄설성 퇴적암인 평안누층군 분포지역에서는 이들 암석이 풍화에 강하여 상대적으로 높은 산악지형을 이루고 있으며, V자형의 계곡과 수지상 수계가 발달되어 있다. 그러나 서부의 석회암 분포지역은 전자에 비하여 저지대를 이루고 있다. 이러한 석회암 지역은 sinkhole 및 일부 소규모의 동굴이 발달되어 있는 카르스트 지형을 이루고 있다.

수계의 발달은 중왕산을 분수령으로 하안미리 동부의 도치동 및 신전마을 계곡을 따라 E-W방향으로 대화-평창간 NNE-SSW 방향 주계곡부의 대화천에 직각 방향으로 유입되고 있다. 이러한 하천의 발달 역시 같은 방향으로 발달된 지질구조선들과 관련이 있을 것으로 추정된다.

제 4 절 연구 지역의 지질

1. 대관령 지역

그림3은 대관령 지역의 지질도와 지질 단면도이다. 대관령 지역은 거의 대

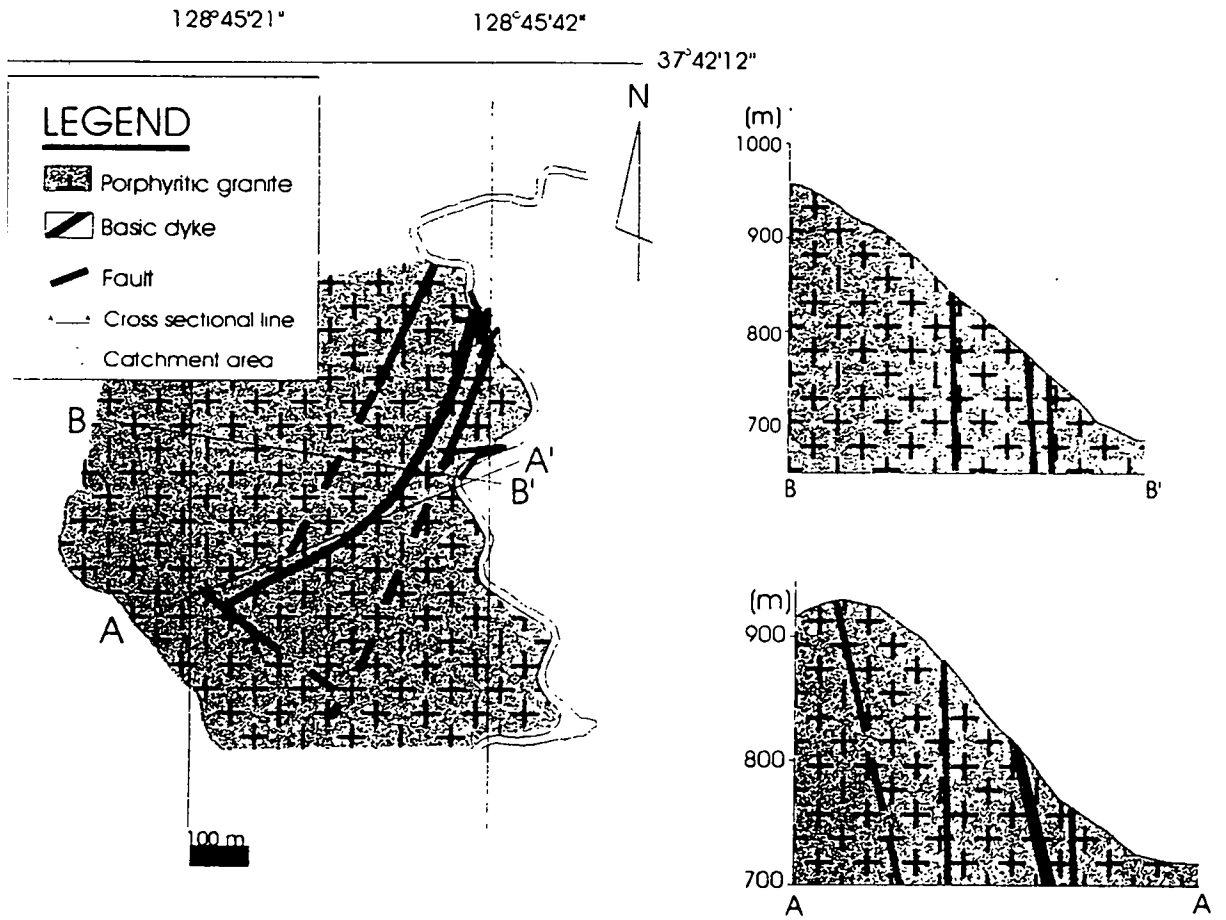


그림 3. 대관령 지구의 지질도 및 지질단면도

부분이 화강암으로 구성되어 있다. 이 화강암은 중생대 쥬라기의 소위 대보화강암과 같은 시기의 것으로 생각되며, 국립지질광물연구소의 지원 아래 정창희 등 (1975)이 발간한 “오대산” 도폭의 중생대 쥬라기 흑운모 화강암과 같은 암체일 것으로 생각된다. 연구 지역에서는 이 화강암 이외에 다른 뚜렷한 암상이 발견되지 않으나, 연구 지역의 중앙부에 북동쪽에서 남서쪽으로 길게 가로지르며 분포하는 염기성 (안산암질) 암맥 만이 이 화강암을 관입하고 있는 것은 주목할 만하다.

연구 지역의 화강암을 자세히 관찰하면, 이 화강암은 직경 10cm가 넘는 장석 반정을 갖고 있는 반상 화강암 (porphyritic granite)임을 알 수 있다(그림4). 이들 화강암의 반정은 주로 사장석으로 되어 있으며, 드물게 미사장석의 반정도 관찰된다. 반상 화강암의 현미경 관찰에 의하면, 반상 화강암은 주로 석영, 사장석, K-장석, 및 흑운모로 구성되어 있으며 (그림5), 이밖에 녹니석, 견운모, 백운모, 녹염석 및 각섬석도 일부 관찰된다. 이들 구성 광물의 함량을 대략 측정한 바에 의하면, 석영 30-40%, 사장석 25-30%, K-장석 5%, 흑운모 10-20% 정도의 조성을 가지는 것으로 나타났다. 이들 구성 광물 중, 사장석 및 K-장석 모두 전체적으로 상당히 견운모화 작용을 받았으며, 흑운모는 부분적으로 녹니석화 작용을 받았다. 반상 화강암의 석영과 장석은 서로 교호 성장하여 미르메카이트 조직을 흔히 보인다.

지질도에 표시하지는 않았지만, 연구 지역에서는 반상 화강암을 관입하고 있는 중립질 화강암이 관찰된다(그림6A) 이는 연구 지역에서의 화강암 관입 활동이 적어도 2 차에 걸쳐 일어났음을 나타내는 것이다. 중립질 화강암은 전체적으로 반상 화강암과 비슷한 화학 조성을 보이나, 백운모의 함량이 상대적으로 약간 높다 (그림6B).

염기성 암맥은 2-3m 두께를 갖는 세립질 암석으로 이 지역 최후기에 반

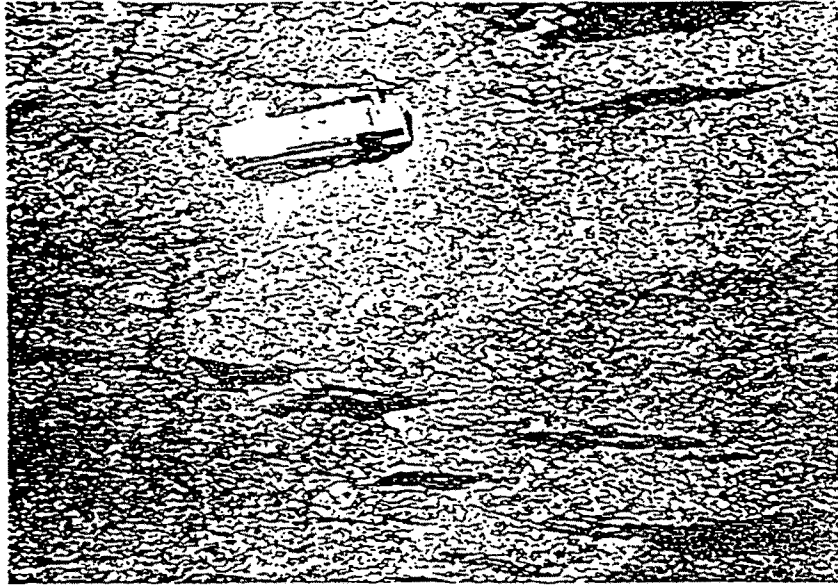


그림 4. 대관령지구의 반상화강암의 노두사진

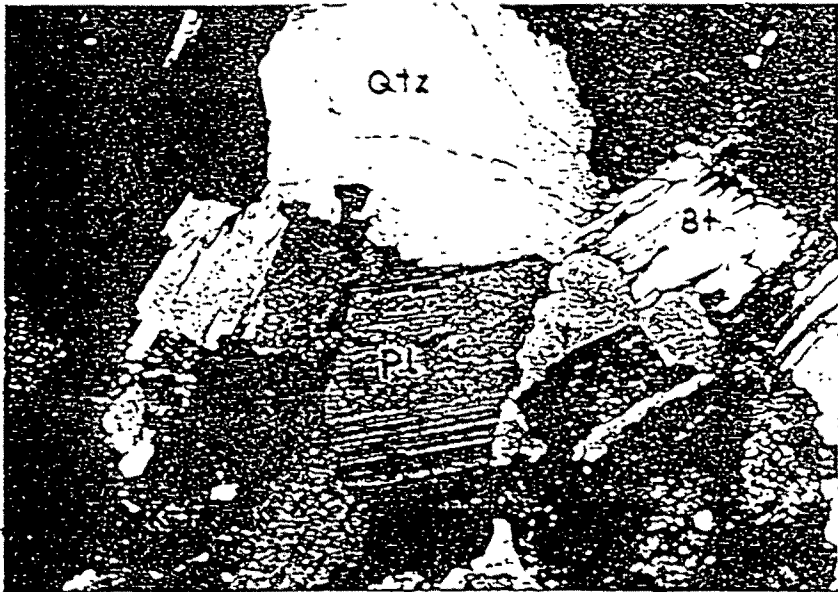


그림 5. 대관령지구 반상화강암의 편광현미경 사진 (직교니콜, 4X)
 Qtz = 석영, Bt = 흑운모, Pl = 사장석, K-f = K-장석

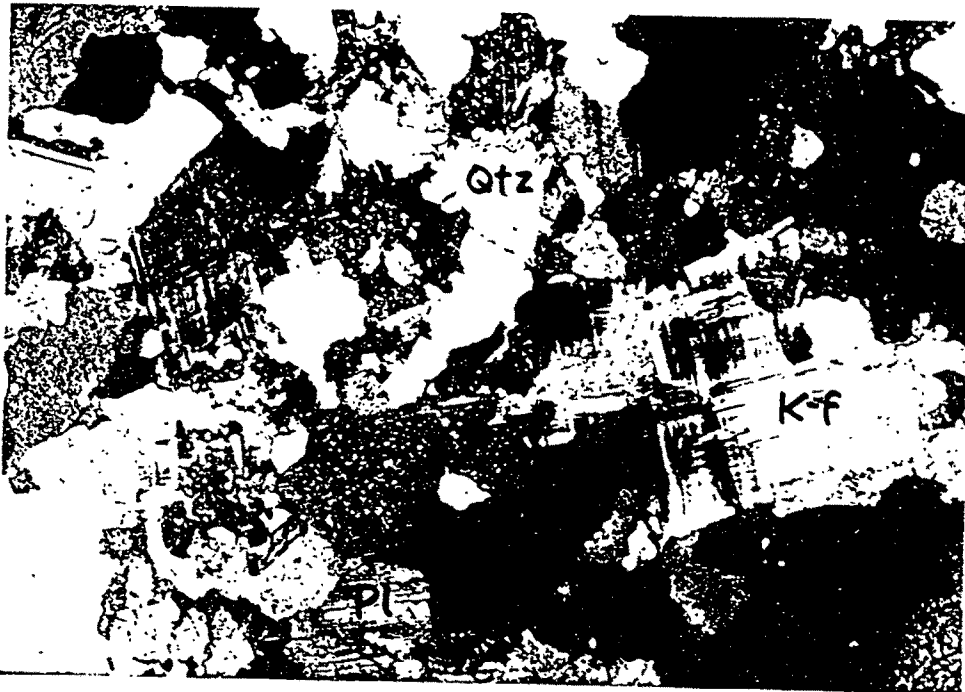


그림 6. A; 대관령지역의 반상화강암 (PG), 중립질화강암(MG) 및 염기성암맥 (BD)의 경계 노두 사진
 B; 대관령지역 중립질 화강암의 현미경 사진 (직교니콜 4X)

상 화강암 및 중입질 화강암을 관입하였다(그림6A). 염기성 암맥의 관입시기는 중생대 쥐라기 후기일 것으로 생각된다. 현미경을 통한 염기성 암맥의 관찰결과, 염기성 암맥은 주로 사장석, 양기석 및 각섬석으로 구성되어 있고 여기에 약간의 석영 등이 같이 산출된다(그림7). 이들 광물의 함량은 사장석 45 %, 각섬석 30%, 양기석 20%, 석영 5% 이다. 이러한 광물 조성으로 보아 이 지역의 염기성 암맥은 안산암일 것으로 추정된다.

반상 화강암 내에는 직경 수 십m에서 수 십cm에 이르는 변성암의 포획암이 관찰된다(그림8). 이들 포획암은 진부 지역의 기저를 이루고 있는 선캠브리아기의 편마암일 것으로 생각된다. 이 포획암의 광물 조성은 대략 흑운모 42%, 사장석 35%, 석영 10%, K-장석 5%, 녹니석 5%, 백운모 5% 정도로 되어 있으나, 포획암의 동화 작용 및 잔존 부분의 특징에 따라 광물 조성은 많이 변화할 것으로 생각된다(그림9).

2. 거두리 지역

그림10.은 거두리 지역의 지질도와 지질 단면도이다. 거두리 지역을 구성하고 있는 암석은 선캠브리아기의 것으로 생각되는 변성암류와 중생대의 춘천 화강암이다. 연구 지역에서 산출되는 변성암류는 소위 “의암 층군”에 속하는 것으로 하부로부터 의암 규암층, 변성 탄산염암층, 및 창촌리 층으로 구성되어 있으며, 연구 지역의 동부 산릉 정상 부분으로부터 서쪽으로 경사가 급한 사면에 분포한다. 춘천 화강암은 선캠브리아기의 변성암류와 관입 접촉 관계를 보이며 연구 지역 서쪽의 비교적 경사가 완만한 낮은 지대를 차지한다. 박희인 등 (1974)에 의한 “내평” 지질도폭에서는 연구 지역의 북동부에 의암 층군보다 하위의 용두리 편마암 복합체가 산출되는 것으로 보고하였으나, 이번 지질 조사를 통해 이를 확인할 수는 없었다. 다만, 용두리 편마암 복합체에 협재된 각



그림 7. 대관령지역 염기성 암맥의 현미경 사진 (직교니콜 10X)
 Ilb = 각섬석, At = 양기석, Pl = 사장석, Qtz = 석영



그림 8. 대관령지역의 반상화강암 (PG)에 포획된 변성암질 포획암 (XL)의
 노두사진



그림 9. 대관령지역 편마암질 포획암의 현미경 사진 (직교니콜 4X)
 Bt = 흑운모, Pl = 사장석, Qtz = 석영, K-f = K 장석

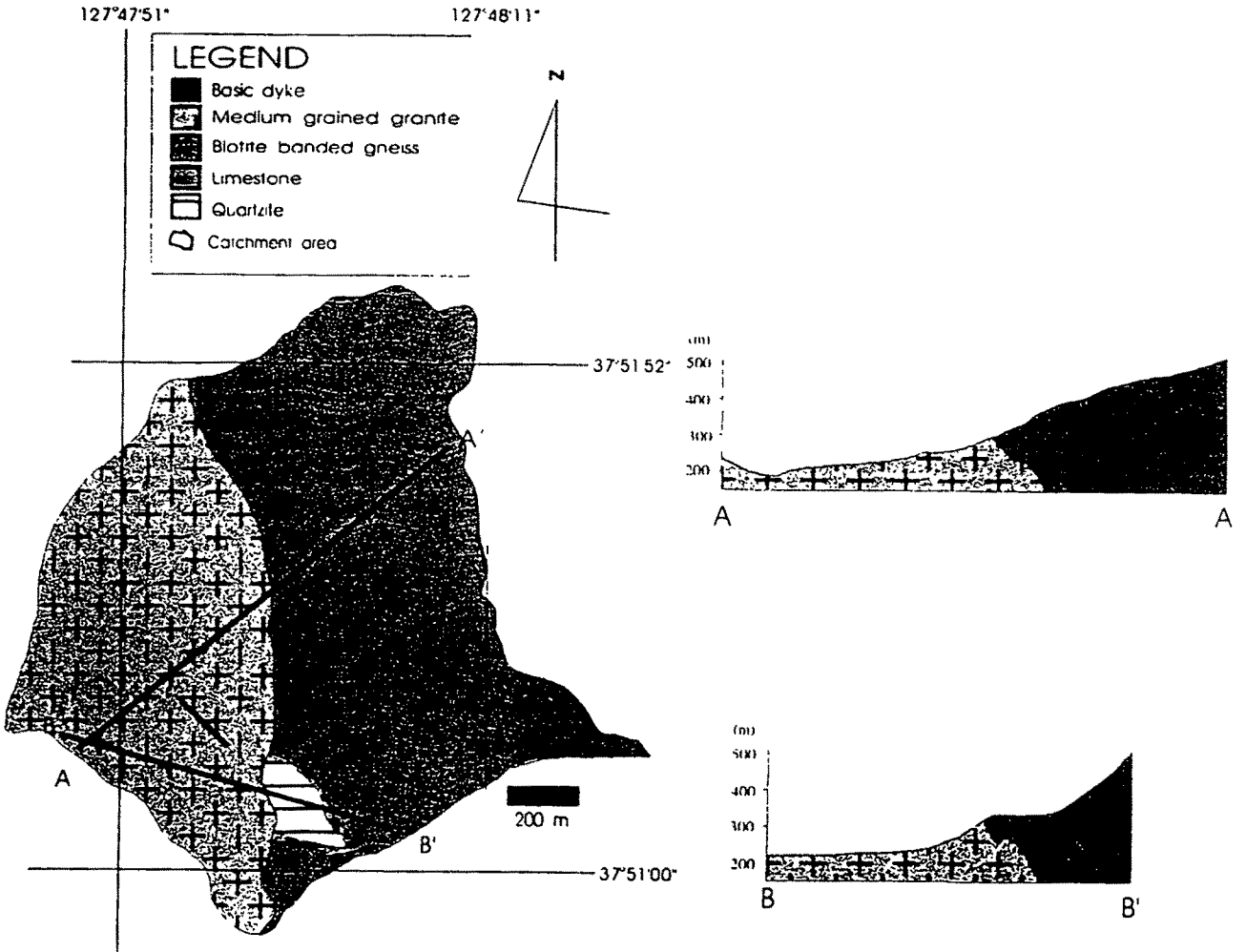


그림 10. 거두리 지구의 지질도 및 지질단면도

섬암으로 보이는 전석들을 저지대에서 관찰되나, 각섬암의 노두는 발견되지 않는다. 연구 지역에는 이밖에 춘천 화강암의 관입 후 관입한 것으로 생각되는 염기성 암맥 및 산성 암맥이 소규모로 분포한다. 연구 지역은 풍화가 매우 심해 신선한 노두가 적어 정확한 지질 조사 및 구조 조사가 현실적으로 어려우나, 몇몇 노두와 풍화 단면으로부터 관찰한 바에 따라 각 지층들을 좀 더 자세히 기술하면 다음과 같다.

의암 규암층은 연구 지역의 남동부 산릉에 소규모로 나타나며, 그 상위의 것으로 생각되는 변성 탄산염암 및 창촌리 편마암과의 경계를 한 눈에 관찰할 수 있다(그림11). 의암 규암층의 두께는 확인할 수 없다. 의암 규암층은 상당한 균열을 보여 주는데, 이는 쇄설성인 규암이 심한 습곡 작용을 받은 결과인 것으로 생각된다. 규암은 거의 100% 석영으로 구성되어 있다(그림12).

변성 탄산염암은 그 두께가 2-3m로 의암 규암층의 바로 상위에 존재한다. 이 탄산염암은 방해석이나 돌로마이트 같은 탄산염 광물로 구성되어 있을 뿐만 아니라, 투각섬석 및 투휘석 같은 석회규산염 광물을 많이 포함하고 있는 것이 특징이다(그림13). 변성 탄산염암의 광물 조성은 방해석 및 돌로마이트 60% 이상, 투휘석 및 투각섬석 30%, 그리고 기타 석영 및 불투명 광물이 그 나머지를 차지한다.

창촌리 층은 주로 호상 흑운모 편마암으로 구성되어 있다. 이 편마암의 광물 조성은 석영 45%, 흑운모 25%, 백운모 8%, 사장석 10%, 그리고 약간의 녹니석, 인회석 및 K-장석으로 되어 있다(그림14)

춘천 화강암은 대부분 심하게 풍화를 받아 노두를 보기 어려우나(그림15), 농수로 개설을 위한 터널 안으로 들어가면 비교적 신선한 시료를 구할 수 있다. 이 화강암은 세립의 황철석 결정이 있는 것이 특징이며, 주로 석영, 사장석, K-장석, 흑운모 및 백운모로 구성되어 있다(그림16) 이들 광물의 함량은 석영



그림 11. 거두리 지역 변성 탄산염암의 현미경 사진 (착교 니콜, 4X).
CaDol=방해석 또는 돌로마이트, Di=투회석, Qtz=석영.



그림 12. 거두리 지역 의암 규암의 현미경 사진 (직교 니콜, 4X).

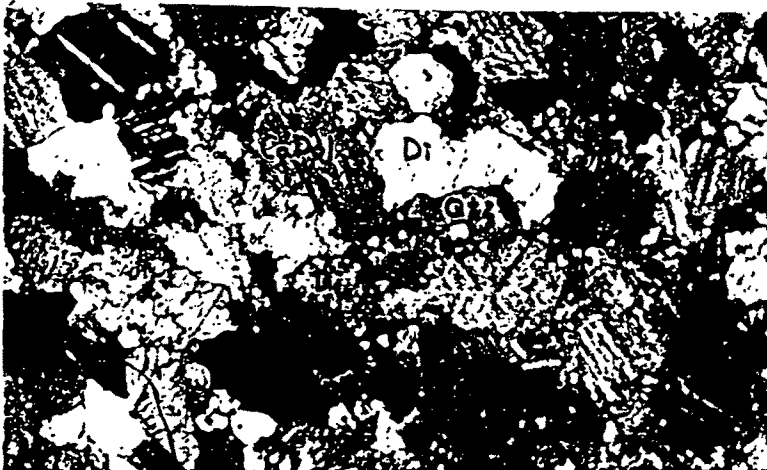


그림 13. 거두리 지역의 의암 규암 (QZ), 변성 탄산염암 (LS), 및 창촌리 편마암 (GN) 간의 경계선 보여주는 노두 사진.

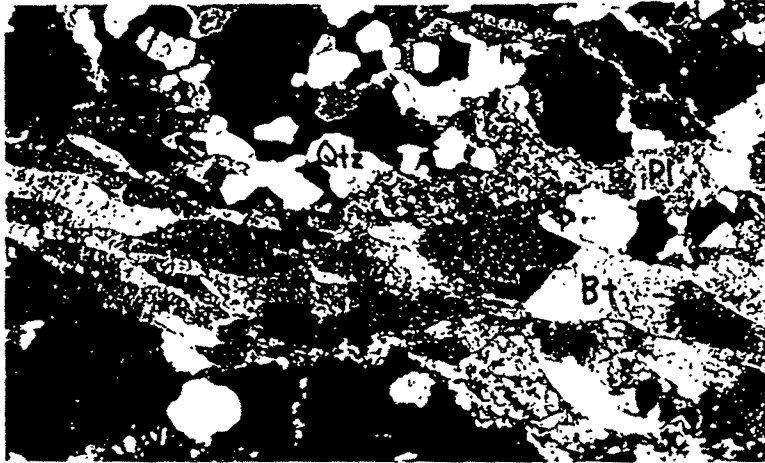


그림 14. 거두리 지역의 창촌리 편마암의 현미경 사진 (직교 니콜, 4X).
Qtz=석영, Bt=흑운모, Pl=사장석, Ms=백운모.



그림 15. 거두리 지역의 심한 풍화를 받은 화강암.

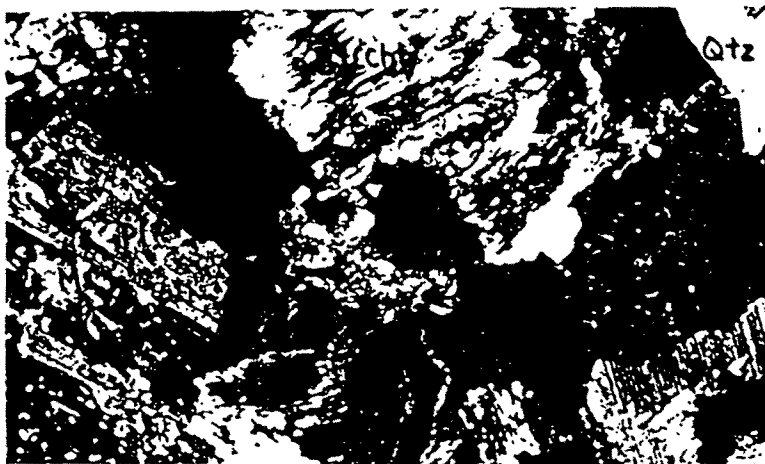


그림 16. 거두리 지역 순천 화강암의 현미경 사진 (직교 니콜, 4X).
Qtz=석영, Bt(Chl)=녹니석화된 흑운모, Pl=사장석, Ms=백운모.

30%, 사장석 30%, 백운모 15%, 흑운모 5%, K-장석 3%, 그리고 기타 (불투명 광물 등) 5%로 되어 있다. 연구 지역의 화강암 내의 흑운모는 대부분 녹니석으로 변질되어 있는 것이 또한 특징이다.

산성 암맥은 세립질이며 그 광물 조성은 화강암과 비슷하다. 염기성 암맥 또한 세립질이나, 심한 변질로 광물의 종류를 감별하기는 매우 곤란하다. 다만, 현미경하에서 염기성 암맥이 석영, 사장석 및 기타 다른 유색광물로 구성되어 있음을 알 수 있을 뿐이다(그림17)

지금까지 기술된 대관령 지역 및 거두리 지역의 특징적인 암석들에 대한 대표적인 화학조성은 다음 표와 같다.

표2 . 대관령 지역 및 거두리 지역에서 산출되는 특징적인 암석들의 대표적인 화학 조성.

암석 성분	대관령 지역				거두리 지역				
	PG*	BD	XL	MG	CG	QZ	LS	GN	BD
SiO ₂	68.23	59.95	61.69	65.28	69.48	98.51	11.63	71.75	55.78
Al ₂ O ₃	16.74	15.21	17.44	20.04	16.25	1.01	2.11	13.56	17.26
Fe ₂ O ₃	2.23	6.00	5.90	0.64	2.39	0.10	1.31	3.09	8.38
TiO ₂	0.41	0.73	1.08	0.09	0.25	0.01	0.07	0.45	1.14
MnO	0.03	0.07	0.08	0.01	0.05	0.01	0.28	0.04	0.09
CaO	2.01	2.06	4.57	2.51	0.32	0.04	48.08	2.25	4.30
MgO	0.61	4.85	1.79	0.19	0.62	0.03	2.12	1.60	2.34
K ₂ O	5.38	3.07	1.65	4.62	4.19	0.13	0.77	1.85	2.37
Na ₂ O	3.03	4.49	3.00	5.14	4.45	0.00	0.22	3.42	3.91
P ₂ O ₅	0.11	0.23	0.30	0.07	0.10	0.00	0.24	0.37	0.33
LOI**	0.55	2.54	1.73	0.58	1.13	0.14	32.45	0.98	3.21
Total	99.31	99.20	99.21	99.17	99.23	99.97	99.27	99.36	99.11

- * PG: 반상 화강암, BD: 염기성 암맥, XL: 포획암, MD: 중립질 화강암, CG: 춘천 화강암, QZ: 규암, LS: 변성 탄산염암, GN: 편마암.
- * L.O.I. = Loss of Ignition,

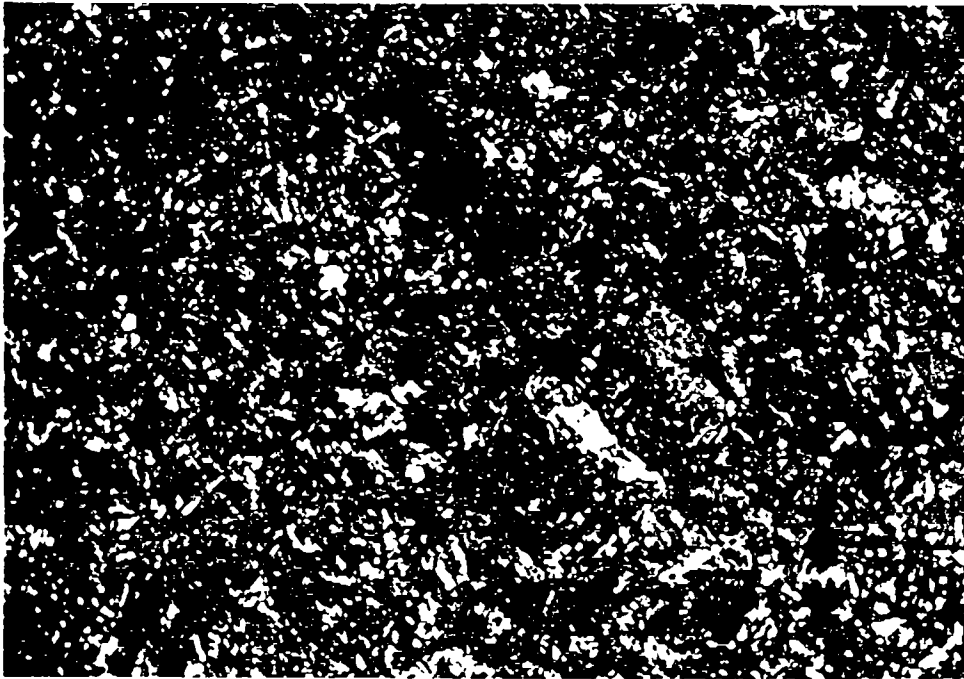
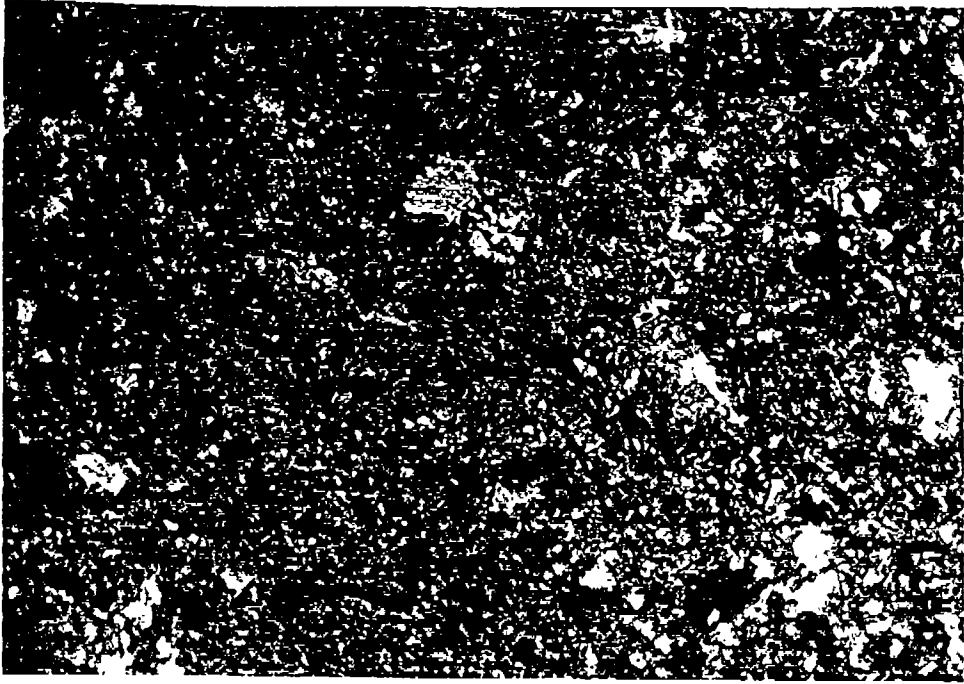


그림 17. 거두리 지역의 염기성 암석의 현미경 사진 (오픈 및 직교 니콜, 4X).

3. 대기리 지역

본 지구의 지질은 임계화강암으로 반상 흑운모 화강암(Pophyritic biotite granite)이 주로 분포되어 있다. 임계화강암은 조선누층군 및 평안 누층군의 퇴적암류를 후기에 관입하면서 형성된 중생대 화강암류로 추정되고 있다. 본 조사지구 임계화강암의 남쪽은 오르도비스기의 정선석회암, 주로 녹회색 셰일과 사암 및 수 매의 렌즈상 담회색 석회암으로 구성된 홍점통, 흑색 내지 암회색 셰일, 암회색 사암, 탄질셰일 및 무연탄층으로 구성된 사동통과 유백색 사암, 암회색 및 무연탄층으로 구성된 사동통과 유백색 사암, 암회색 셰일, 회색 중립 내지 조립질의 사암으로 구성된 고방산통과 경계를 이루고 있다. 임계화강암은 중생대 백악기에 형성된 것으로 추정되며 거정질(최대 10cm정도)의 장식반정을 갖는 반상 흑운모 화강암(Pophyritic biotite granite)으로 구성되어 있으며 부분적으로 각섬석 화강암 및 편마암의 암상을 나타낸다.

4. 용수골 지역

본 지구 지질은 경기편마암복합체(Gneiss Complex)의 호상편마암(Banded Gneiss)이 주로 분포되어 있으며 본암은 주성분 광물중 장석이 우세한 편으로 풍화를 심하게 받아 주변에 신선한 노두의 관찰은 어렵고 풍화대가 깊게 발달되어 있다. 본 지구 광치령 고개 도로변에 나타난 노두에서 관찰된 주 절리의 주향, 경사는 N40 ~ 45E, 30 ~ 40SE이며 간혹 소폭의 석영맥 및 산성암맥이 관입되어 있다.

5. 하안미지역

하안미지역은 행정구역상 강원도 평창군 대화면 하안미5리에 속하며, 북위

37°25'00" - 37°30'00" 및 동경 128°25'00" - 128°35'00"에 해당한다. 이 지역은 영동고속도로 장평 인터체인지에서 평창방면으로 약15km 지점에 위치한다.

연구지역은 태백산맥에서 서쪽으로 발달한 차령산맥의 북동부를 점하는 협준한 산악 지대에 해당한다. 따라서 평야부는 평창강을 따라 좁은 충적평야가 일부 발달되어 있을 뿐이다. 연구지역 부근에서의 최고봉은 가리왕산(1,560.6m)을 중심으로 중왕산(1,376.6m)등 해발 1,000m 이상의 고봉들이 발달해 있다. 본 지역에서의 지형은 대체로 암석분포와 지질구조에 따라 지배되고 있음을 나타낸다. 즉, 연구지역을 중심으로 동부의 쇄설성 퇴적암인 평안누층군 분포지역에서는 이들 암석이 풍화에 강하여 상대적으로 높은 산악지형을 이루고 있으며, V자형의 계곡과 수지상 수계가 발달되어 있다. 그러나 서부의 석회암 분포지역은 전자에 비하여 저지대를 이루고 있다. 이러한 석회암 지역은 sinkhole 및 일부 소규모의 동굴이 발달되어 있는 카르스트 지형을 이루고 있다.

수계의 발달은 중왕산을 분수령으로 하안미리 동부의 도치동 및 신전마을 계곡을 따라 E-W방향으로 대화-평창간 NNE-SSW 방향 주계곡부의 대화천에 직각 방향으로 유입되고 있다. 이러한 하천의 발달 역시 같은 방향으로 발달된 지질구조선들과 관련이 있을 것으로 추정된다.

하안미 지역은 정선 대항사대의 서측부에 해당되는 지역으로 쇄설성 퇴적암층군, 석회암층군 및 화성암류로 구성되어 있다. 쇄설성 퇴적암층군은 페름기 ~ 트라이아스기의 평안누층군에 해당된다. 평안누층군은 하부의 정선 석회암층군을 부정합으로 피복하고 있으며 하부로부터 홍점층군, 사동층군, 고방산층군 및 녹암층군으로 구분된다. 상부층군은 대부분 육성층이며 하부층군은 해성층으로 구분된다.

정선석회암층은 화성암의 관입에 의해 접촉대를 이루고 있으며, 주로 등립질로 내지 세립질의 방해석으로 구성되어 있으나 일부 세립질의 쇄설성 석영입자가 포함되어 있

다 (그림. 8). 홍점층군과 하부 사동층군에는 렌즈상의 석회암체가 불규칙하게 협재하고 있으며 상부 사동층군에서는 박층의 탄층을 협재하고 있다. 이러한 석회암체는 유백색을 띄고 있으며 주로 등립질 방해석으로 구성되어 있다(그림. 19). 고방산층군은 회색 내지 유백색의 조립질 사암, 회색 또는 암회색의 세립질 사암과 사질세일 및 약간의 탄질세일로 구성되어 있다. 현미경관찰결과 사암의 주구성광물은 조립질 석영으로 일부 입자는 rock fragment로 구성되어 있다(그림. 20). 원마도와 분급도는 대체로 양호한 편이며, 입자사이에서 견운모화작용에 의한 변성초기 양상을 보여준다. 녹암층군은 회록색 세립사암, 백색 내지 회색의 조립사암과 회색사질세일의 호층대로 구성되어 있으며 일부 석회질 사암이 협재한다.

본 지역에서 착정예정지에 주로 분포하고 있는 규장암(Felsite)의 노두에서 절리의 주향방향은 N10W 방향또는 N80W으로 발달되어 있으며 절리간격은 2 ~ 15cm로 조밀하게 배열되어 있다 (그림. 21). 경사는 70 ~ 80SW를 이루고 있다. 구성광물은 90%이상이 세립질의 석영 및 장석입자로 구성되어 있다 (그림. 22). 이러한 화성암류는 본 연구지역의 서남부와 동남부에 소규모의 관입암체로 분포되어 있는 흑운모화강암 (평창화강암)과 연구 지역에 주로 분포되어 있는 규장암이 암주상으로 관입하여 있으며, 일부 염기성 내지 산성 암맥이 분포하고 있다.

6. 성황동지역

성황동 지역은 행정구역상 강원도 영월군 북면에 위치하며 고생대 하부의 석회암체가 영월군 서부의 문곡리 일대에 남북방향으로 습곡구조에 의해 대상의 형태로 발달되어 있다. 이는 백운산 향사대의 서부에 해당된다. 성황동 지역은 이러한 향사대의 최상부에 위치해 있다. 주로 석회암으로 구성되어 있으며, 오르도비스기의 문곡층과 영홍층이 습곡에 의해 반복되어 나타난다. 성황동 지역에서 샘(용천)의 현황은 많지는 않지만 인근 마을의 석회암 공동대에서

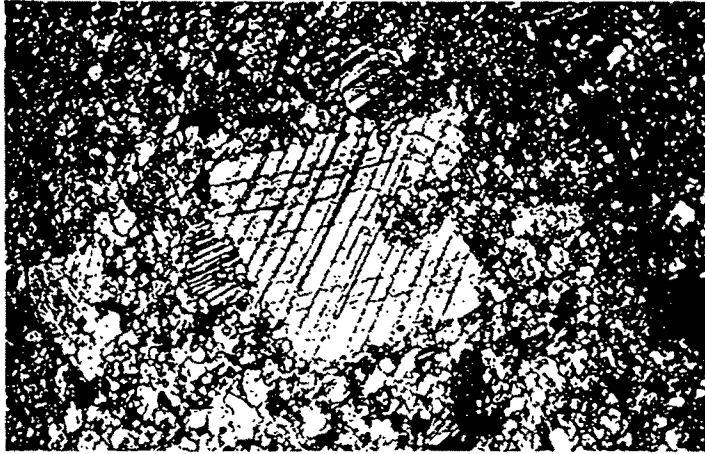


그림 18. 정선 식회암의 권광원미강 사진 (직교니콜, 4X)

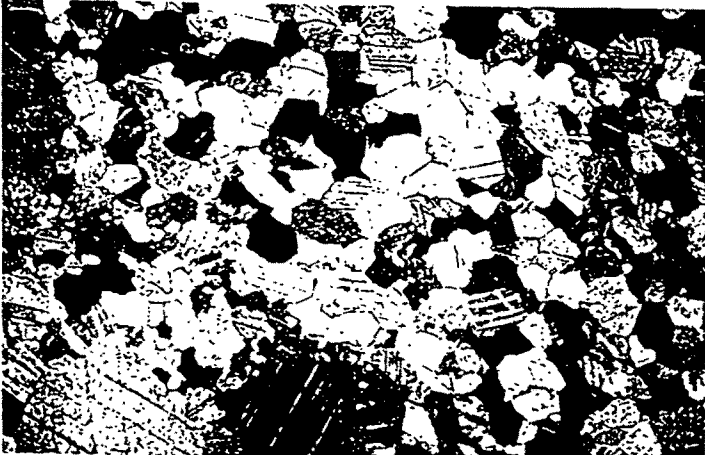


그림 19. 렌즈상 식회암을 구성하고 있는 등립질 방해석 (직교니콜, 4X)

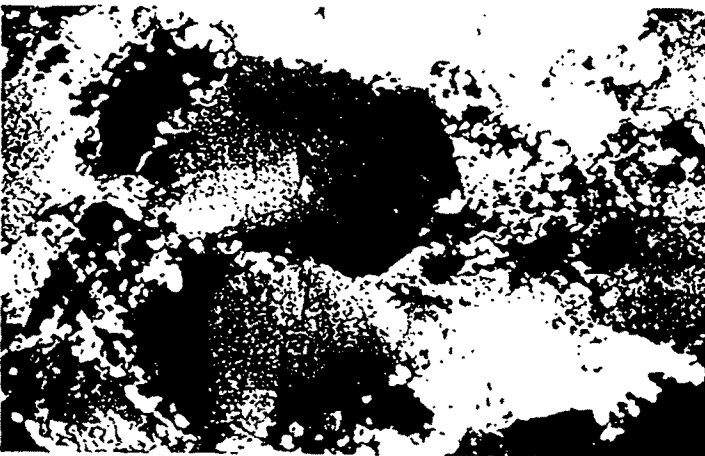


그림 20. 소립질시암의 권광원미강 사진 (직교니콜, 4X)



그림 21. 하이먼지역 Felsite의 노두사진

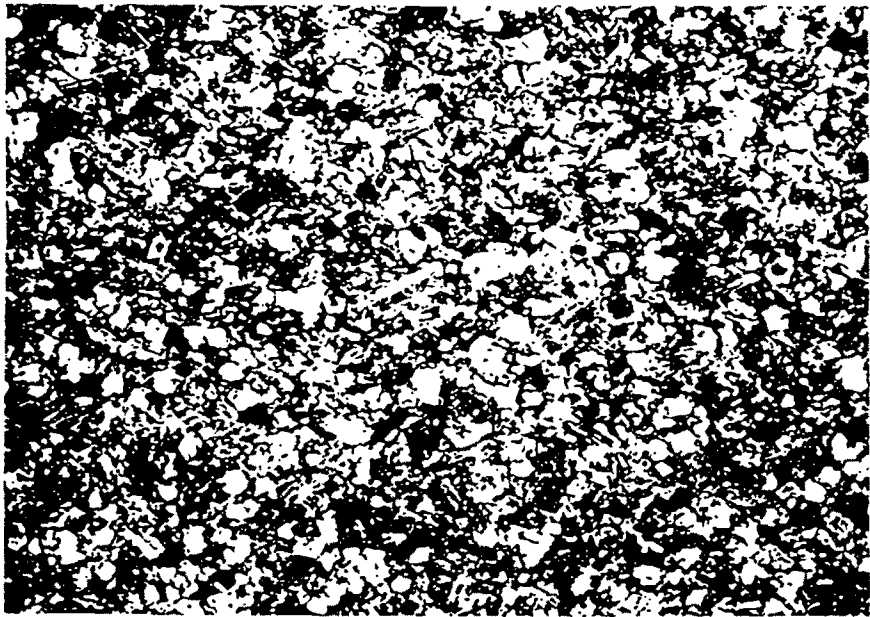


그림 22. Felsite의 현미경 사진 (석교니콜, 4X)

용출되는 지하수를 음용수로 사용하는 민가도 있으며 용출량은 계절에 따라 다소 차이는 있으나 평균약 20 - 30 m³/d의 용출량을 나타낸다. 성황동 지역에서는 이러한 석회암 공동대에서 용출되는 샘의 인근을 중심으로 물리탐사를 실시하여 용출유로와 규모를 조사하였다.

제 5 절 연구지역의 지질구조

1. 지질 구조 자료 측정

여기서 구조 자료라 함은 연구 지역의 지질 구조, 특히 지하수의 유동에 영향을 주는 지질 구조를 파악하기 위한 기본 자료를 의미한다. 지하수의 유동에 영향을 줄만한 지질 구조로는 다음과 같은 것이 있다.

- ① 절리
- ② 단층
- ③ 암맥
- ④ 층리
- ⑤ 엽리
- ⑥ 습곡축 및 습곡축면
- ⑦ 부정합면
- ⑧ 지하 동굴
- ⑨ 기타 암석 경계.

이와 같은 여러 지질 구조들에 대한 자료의 종류를 살펴보면 다음과 같다.

- ① 방향 (주향, 경사)
- ② 빈도 (또는 밀도)

- ③ 연속성
- ④ 부피
- ⑤ 유형 등

이러한 자료들은 모든 지질 구조에 대해 측정할 수 있는 것은 아니나 (예를 들면, 지하 동굴은 주향과 경사 같은 방향성이 없으며, 절리와 같은 것은 부피를 알아내기가 힘들다), 모든 구조에 대해 세밀하고 정확할 뿐만 아니라 가능한 많은 자료를 수집하도록 노력하여야 한다. 특히, 한정된 지역에서의 지하수의 유동 방향 및 산출량을 알아내기 위해서는 매우 정밀한 조사가 필요함은 누구나 다 알고있는 사실이며, 이러한 정밀 조사를 위해서는 항상 Clinocompass, 줄자, 사진기, 및 평판과 같은 도구를 준비하여야 한다.

층상 지질 구조의 방향성 측정시에는 몇 가지 주의할 점이 있다. 우선, 몇몇 층리나 엽리 같은 것을 제외하고는 대부분의 층상 구조의 측정면이 평편하지 못하다는 것이다. 이러한 경우 같은 층상 구조에 대해 여러 부분에서 방향을 반복 측정한 후, 그 평균 값을 채택하는 것이 좋다. 때로 층상 구조의 요철이 삼면 이상 노출되는 경우가 있는데, 이러한 경우 층상 구조의 눈높이 지점을 여러 방향에서 바라보다 층상 구조의 경계선이 일직선으로 보일 때 자신과 그 층상 구조의 방향을 자료로써 채택하는 것이 직접 층상면위에서 측정하는 것보다 정확한 자료를 얻을 때가 많다. 또 하나 구조 자료를 수집할 때 주의하여야 할 점은 자료가 편중되는 것이다. 복잡한 지질 구조를 갖는 지역을 야외 조사할 경우, 특정한 암석이 반복적으로 좋은 노두를 보이는 경우가 많다. 이 때, 그러한 노두에 대해서만 위와 같은 자세한 구조 자료를 수집할 수 있을 경우, 그렇게 수집된 자료는 한 암석의 구조적 특성만을 반영할 우려가 있으며, 이는 흔히 않게 전체 지질구조의 해석에 있어서 오류를 유발할 수 있다.

기본적으로 구조 자료의 측정은 지하수의 유동이 어떠한 지질 구조에 의해 주로 지배될 수 있을 것인가 판단하기 위한 것이나, 이의 지나친 해석은 금물이다. 무엇보다도 구조 자료의 측정 및 그 수집에 있어서 지역의 전체적인 구조와 지사를 항상 염두에 두어야 한다.

2. 지질 구조 자료 분석

측정된 구조 자료를 전산화하기 위해서는 그들에게 일정한 수치 값들을 부여하여야 한다. 주향이나 경사와 같은 값들은 일정한 수치로 나타내므로 별 어려움이 없겠지만, 연속성이나 유형과 같은 자료는 수치화 하기가 쉽지 않다. 이렇게 수치화 하기 어려운 정성적인 자료는 통계학에서 취급하는 "ranking" 이나 "class"와 같은 개념을 이용하여 수치화하는 방법도 생각해볼 수 있다(기본적으로 이러한 자료를 어떻게 수치화할 것인가는 전적으로 연구자의 관점과 주관에 달린 것이다). 예를 들면, 단층의 종류를 어떻게 전산화할 수 있을까 생각해보자. 간단히 단층의 종류를 고려한다면, 정단층, 역단층, 및 주향이동 단층으로 나눌 수 있을 것이다 (물론, 실제의 경우는 이보다 훨씬 복잡하지만). 연구 지역에서 이러한 단층의 종류에 따른 빈도를 조사한 후, 가장 많이 나타나는 종류를 1, 그 다음이 2, 그리고 가장 적게 나타나는 것을 3이라 하고 이 값들을 해당 단층의 종류 값에 입력한다. 이것이 "ranking"인데, 이러한 "ranking"을 포함하는 통계 분석은 여러 가지 "Nonparametric statistical analyses"같은 것을 통해 가능하다.

위와 같은 방법을 통해 각 구조 자료 항목들을 수치화 하면, 이를 효과적으로 관리할 수 있는 자료 파일을 만들어야 한다. 이 자료 파일은 알아보기 쉬울 뿐만 아니라, 후에 여러 종류의 분석에 쉽게 이용될 수 있어야 할 것이다. 인식 및 관리의 용이성으로 볼 때 자료 파일을 Data Base 관리 프로그램을 이용하여 작성하는 것이 좋을 것이나, 자연 과학에서 흔히 수행하는 분석, 계산, 및 해석을 위해서는 흔히 사용되는 spread

sheet 프로그램을 이용하여 자료 파일을 만들도록 추천하고 싶다. 가장 대표적인 spread sheet 프로그램 중의 하나가 MS-EXCEL인데, 이 프로그램으로 자료 파일을 작성하면 후에 LOTUS-123, QUATRO, GRAPHER, SURFER, SPSS-PC 등과 같은 많은 응용 프로그램에 직접 입력 자료로써 이용할 수 있는 장점이 있다. 어쨌든, 자료 파일을 생성할 때는 어떠한 프로그램을 이용하건, 관리의 편리성 뿐만 아니라 자료의 호환성도 반드시 고려해야 할 것이다.

3. 지역별 지질구조

가. 대관령 지역

대관령 지역은 영동 고속도로 변에 신선한 노두가 많이 노출되어 단층 및 절리의 방향, 그들의 밀도 및 연장성을 충분히 측정할 수가 있었다. 표 3 은 이와 같이 측정된 단층 구조 자료들을, 표 4 는 절리 구조 자료들을 전산화하여 데이터 파일화 한 것이다.

표 3 의 자료들 중, 단층의 주향과 경사만을 역투영한 것이 그림 23 이다. 이로부터, 대관령 지역의 단층은 뚜렷한 방향성 없이 산포함을 알 수 있다. 그러나 야외 조사시 잠정 측정 위치 약간 북쪽에 두 개의 비교적 큰 단층이 지나가는 것으로 관찰되었다. 이 단층의 주향은 대략 N21E이며 경사는 87SE인 것으로 측정되었다. 이 단층을 제외하고 이 지역의 대부분의 단층들은 그 변위가 수십 cm 내외의 것으로, 대부분 인장력에 의한 정단층일 것으로 생각된다.

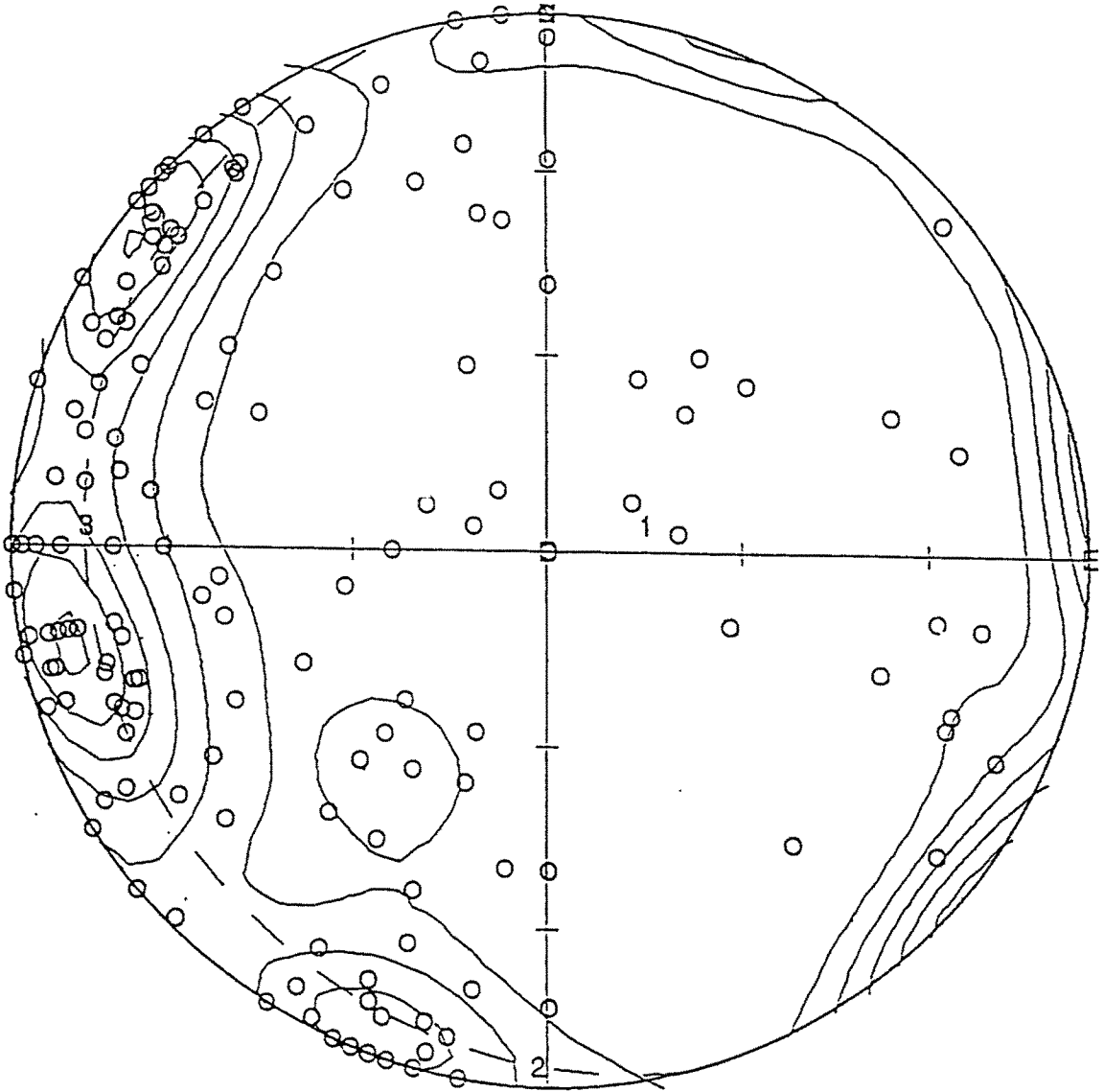
표4의 자료들 중, 절리의 주향과 경사만을 역투영 한 것이 그림 24 이다. 그림 21을 보면, 연구 지역의 절리도 단층과 마찬가지로 뚜렷한 방향성이 없는 것으로 나타난다. 그러나 야외 관찰에 의하면, 염기성 암맥의 약간 북쪽에 심한 풍화대 또는 균열대 (fracture zone)가 염기성 암맥 및 그 북쪽의 단층과 거의 평행하게 발달하였으며, 그보다 남쪽에도 이 지역 주 단층 방향에 평행한 또하

표 3. 대관령 지역 단층들에 대한 주향, 경사, 밀도, 연속성 (자료의 일부).

주향*	경사	밀도	연속성	주향*	경사	밀도	연속성
-6	7	0	5	44	9	0	1
32	9	0	1	75	9	0	5
9	9	20	5	-82	0	0	5
43	10	0	1	-83	4	0	5
-29	-32	0	2	-33	35	0	5
21	12	0	1	11	0	0	5
-53	58	0	2	18	10	0	5
83	49	0	1	-7	10	0	5
25	8	0	1	63	28	0	2
17	18	1.5	1	-19	0	0	1
59	59	0	2	43	78	0	1
25	30	0	2	38	28	0	5
7	18	0	1	-75	10	15.2	5
11	0	0	2	-25	12	0	5
31	-10	0	5	45	-30	0	5
17	-21	0	1	21	10	0	5
-47	22	0	5	18	-10	3	5
-17	19	0	1	75	38	0	5
-33	29	0	5	-65	50	0	5
33	11	0	5	73	-20	0	5
-66	37	0	5	-17	8	0	5
-83	2	0	3	-77	52	0	5
33	9	0	1	-21	-5	0	5
-17	12	0	1	-79	0	0	5
-39	27	0	3	71	46	0	5
-41	18	0	1	-53	-60	0	5
-37	5	0	5	-57	46	0	5
13	12	0	5	15	-21	0	5
-41	18	0	5	-7	66	0	5
-28	16	0	4	-12	0	0	5
11	78	0	4	23	0	14.2	5
35	0	0	5	-87	18	0	5
34	12	7	1	-17	8	0	5
-47	-50	0	3	-17	10	1	5
33	0	0	2	-74	14	0	5
19	6	0	2	-15	35	0	5
37	0	0	2	-31	15	7.5	5
29	12	0	3	18	40	7.5	5
43	0	0	5	-19	38	0	5
33	0	0	5	-59	-52	0	1
-15	-70	0	5	-7	0	0	5
33	4	0.1	1	78	0	0	3
35	0	0	1	-32	48	0	3
71	24	0	5	1	26	0	3
-13	12	0	5	-23	15	1	5
-2	18	0	5	38	0	0	5
-85	8	3	3	-7	0	0	5
-17	6	0	1	-19	20	0	1
-17	2	0	1	-75	60	0	1
-21	6	0	1	53	24	0	5
주향: NE=+, NW=-, 경사: 90-실제경사, 밀도: 단위=개/m,							
연속성: 1=가장 좋음, ---, 5=가장 나쁨.							

표 4. 대관령 지역 절리들에 대한 주향, 경사, 밀도 및 연속성 (자료의 일부).

주향	경사	밀도	연속성	주향	경사	밀도	연속성
-31	-6	0	2	11	0	0	2
47	-6	0	2	39	80	0	2
-27	2	0	2	-25	0	0	2
-57	-5	0	2	45	0	0	2
43	-40	0	5	-17	-60	0	5
23	88	0	5	-71	6	0	2
1	20	0	1	-87	-55	0	5
23	-8	0	5	-87	0	0	5
49	0	0	3	33	11	0	5
-27	2	0	3	9	0	0	3
25	-46	18	5	-15	80	0	2
-63	0	15	5	51	-60	0	3
43	-58	0	2	-69	8	0	3
-47	9	0	1	-7	0	0	2
33	-40	0	3	58	-55	0	2
35	1	0	2	33	-10	0	2
1	10	7	2	-89	0	0	2
-55	38	0	4	-63	8	0	5
-37	-46	2	5	83	0	0	5
33	-40	0	5	-87	0	2	5
83	0	0	2	-82	-55	0	5
-19	30	0	4	13	25	0	5
-31	-14	0	2	-7	6	0	5
63	-8	0	2	83	7	0	5
-39	45	0	2	75	7	0	4
71	8	0	2	-57	-6	0	5
41	82	0	3	83	25	0	5
-45	9	0	2	-67	42	0	5
31	44	0	3	69	-50	0	5
-41	1	0	3	71	68	0	5
-35	16	0	5	-77	-45	0	5
-90	-38	0	5	-59	-35	27	5
-41	24	0	5	8	-30	0	5
-19	10	0	5	-75	40	0	5
-81	0	0	5	-79	22	0	5
41	-52	0	5	-87	-23	0	3
-36	-70	0	5	21	25	0	3
-42	-23	0	5	-31	36	0	4
33	23	0	2	-37	40	0	4
19	0	0	2	13	0	0	4
37	6	0	2	-67	12	0	4
-67	0	0	2	-79	28	0	4
-15	-14	0	2	57	23	0	5
-67	3	0	5	51	12	0	5
77	0	16	3	33	22	0	4
77	-58	0	5	69	0	0	4
43	-20	0	5	63	11	0	4
-49	10	12	2	71	6	0	4
-61	18	0	2	-73	10	0	4
53	-14	25	5	-77	-2	0	4
-15	13	0	5	55	-32	0	5
-45	0	0	5	25	-28	0	4
-49	8	16	3	31	8	0	4



$N = 157$

$E = 4.26$

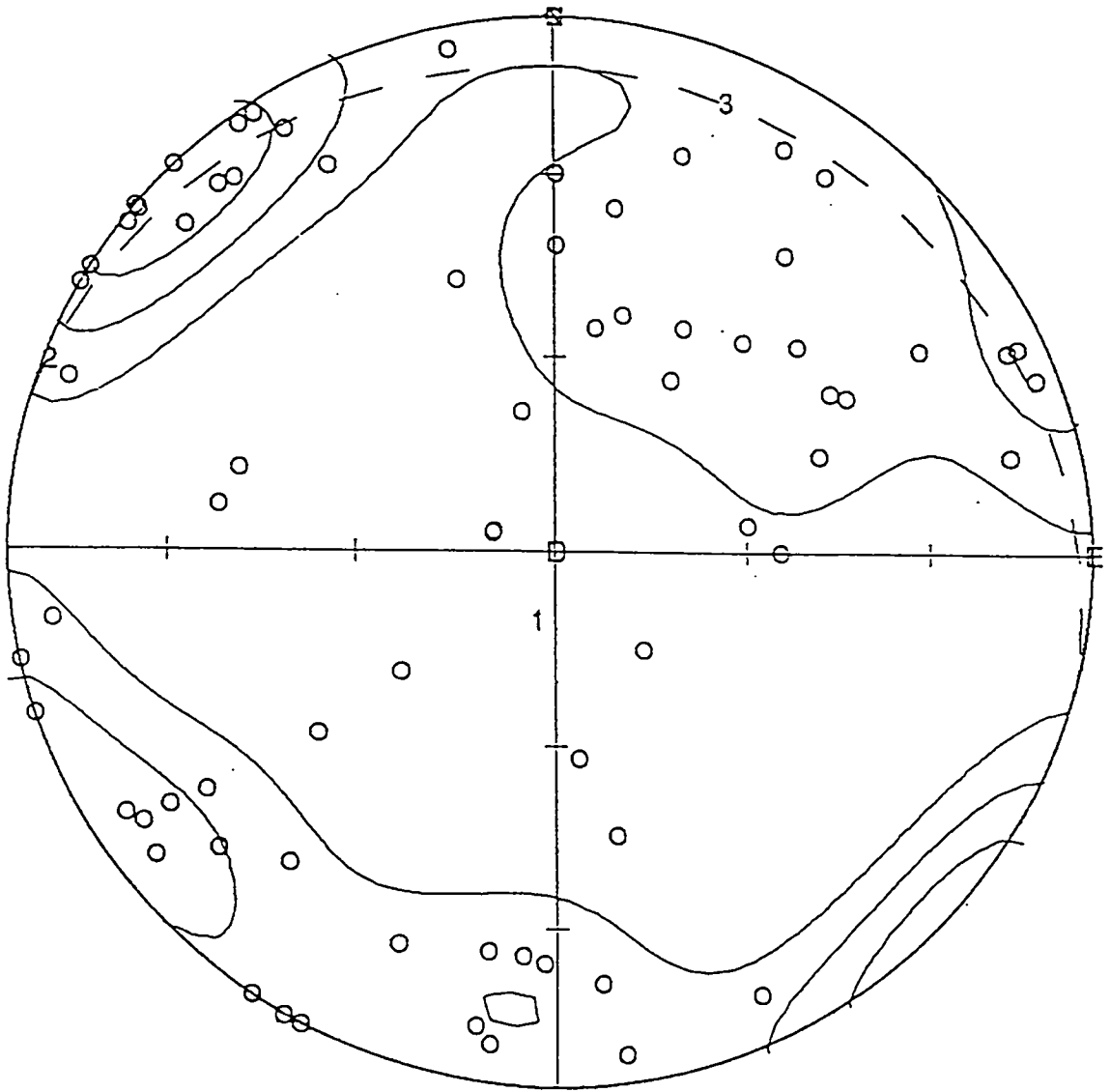
$k = 36.89$

$\text{Sigma} = 1.42$

$(\text{Peak} - E) / \text{Sigma} = 10.6$

Peak position : $259.4^\circ / 10.5^\circ$

그림 23. 대관령 지구 단층의 주향 및 경사에 대한 역투영도



$N = 74$

$E = 4.01$

$k = 18.44$

$\text{Sigma} = 1.34$

$(\text{Peak} - E) / \text{Sigma} = 6.0$

Peak position : $313.3^\circ / 3.1^\circ$

그림 24. 대관령 지구 절리의 주향 및 경사에 대한 역투영도

나의 균열대가 존재하는 것이 관찰되었다. 이상의 대관령 지역에 대한 구조 자료를 모아 지질 구조도를 작성 한것을 그림 25 에 나타내었다.

대관령 지역의 단층 및 절리가 주향, 경사, 밀도 및 그 연장성에 어떠한 경향성이 있는지 더욱 자세히 알아보기 위해 컴퓨터 프로그램 SPSS-PC를 이용한 통계 분석을 실시하였다. 표5는 이와 같은 통계 분석 결과 얻어진 단층과 절리의 주향, 경사, 밀도 및 연장성에 대한 상관 계수이다. 이로부터, 이들은 서로 어떠한 특정한 경향성을 보이지 않는 무작위의 관계를 가짐을 알 수 있다. 이 결과로 인해, 구조 자료에 대한 요인 분석 및 회귀 분석과 같은 통계 분석은 더 이상 실시하지 않았다. 그림 26 은 통계 분석 결과를 도시한 것으로 한 눈에 구조 자료의 각 항목들은 상관 관계가 적음을 알 수 있다.

나. 거두리 지역

앞서 이미 언급하였듯이 거두리 지역은 풍화가 심해 신선한 노두를 거의 찾아볼 수 없어 구조 자료의 측정이 곤란하였다. 표 6 및 7 은 거두리 지역의 단층 및 절리의 방향에 대한 자료의 전산화 결과이다. 표에서 밀도와 연장성은 측정하기 곤란하여 모두 0과 5로 입력하였다. 그림 27 과 28 은 이들 자료를 바탕으로 스테레오 역투영한 결과이다. 이로부터, 거두리 지역의 단층과 절리 또한 특정한 방향성이 없음을 알 수 있다. 단층과 절리 자료의 경향성을 좀 더 자세히 알아보기 위해 컴퓨터 프로그램 SPSS-PC를 이용하여 통계 분석하였으나, 자료 간의 상관 관계는 대관령의 구조 자료 경우와 마찬가지로 매우 낮았다(표 8). 그림 29-a,b 는 거두리 지역의 단층 및 절리의 구조 자료간의 연관성을 좀 더 알아보기 위해 주향과 경사를 축으로 도시한 것이다. 그 결과는 통계처리의 결과가 지시하듯, 주향과 경사에 대한 연관성이 적게 나타난다.

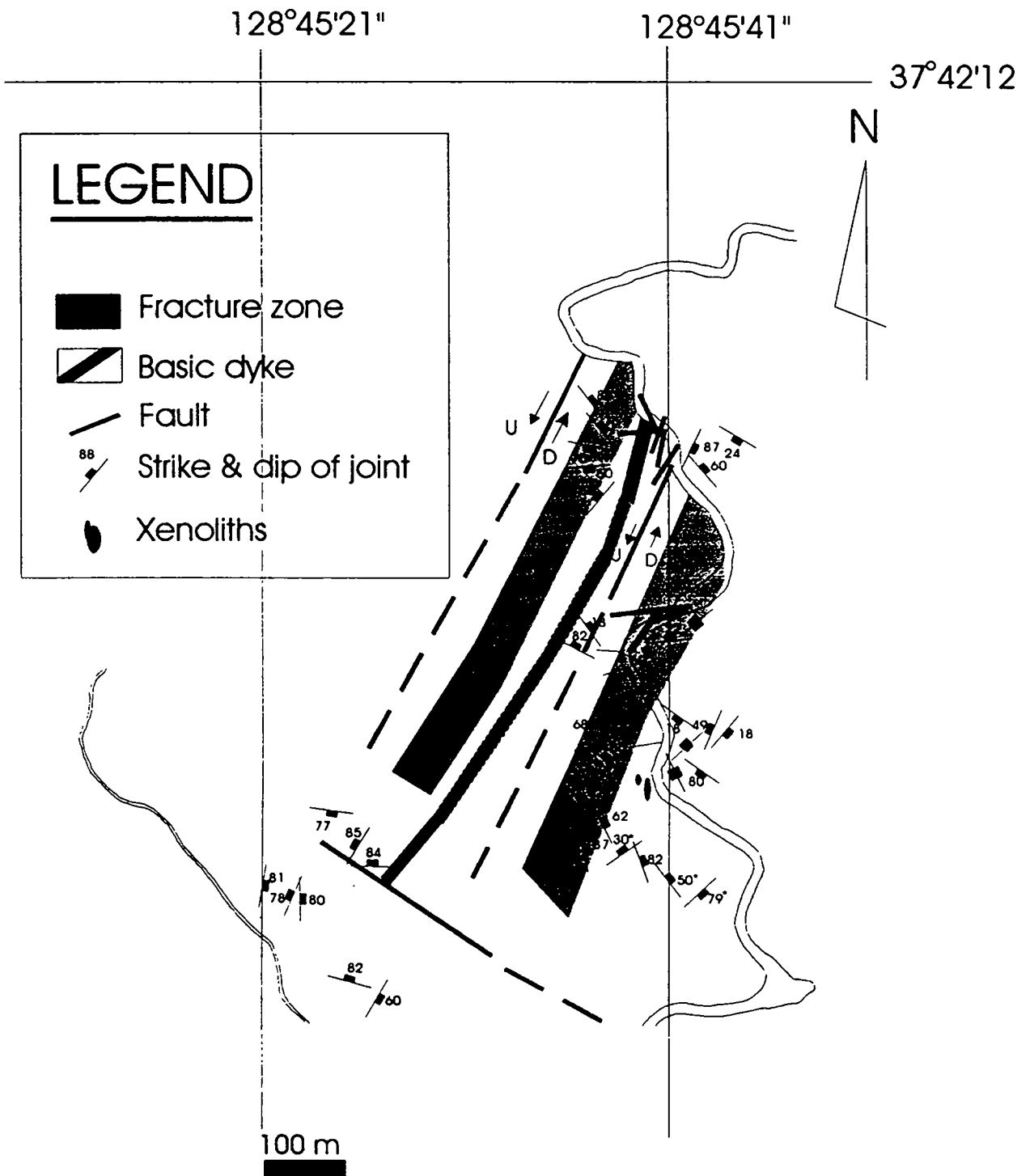
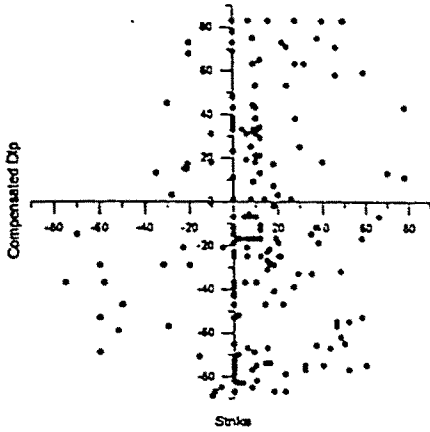


그림 25. 대관령 지구의 지질구조도

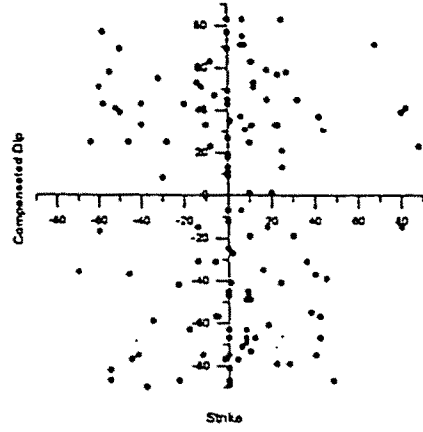
표 5. 대관령 지역 단층과 절리의 주향, 경사, 밀도 및 연장성 간의 상관 관계.

	주향	경사	밀도	연속성
대관령 지역 단층				
주향	1.000			
경사	0.0968	1.000		
밀도	-0.0095	0.0061	1.000	
연속성	-0.1342	-0.1296	0.0897	1.000
대관령 지역 절리				
주향	1.000			
경사	-0.104	1.000		
밀도	-0.0019	-0.0988	1.000	
연속성	-0.0174	-0.1471	0.0754	1.000
+1 또는 -1: 상관 관계 완전, 0: 상관관계 없음				

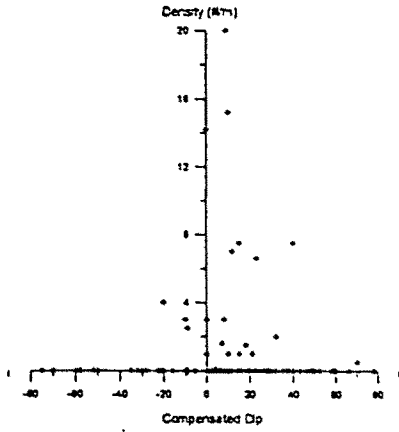
Strikes vs. dips of the faults in the Daekwanryung area.



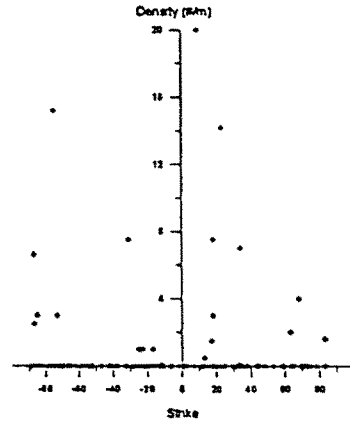
Strikes vs. dips of the joints in the Daekwanryung area



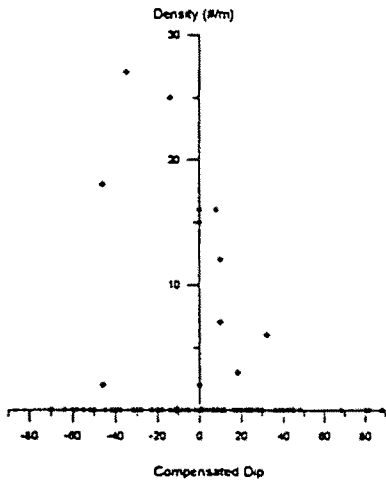
dips vs. densities of the faults in the Daekwanryung area.



Strikes vs. density of the faults in the Daekwanryung area



Dips vs. densities of the joints in the Daekwanryung area



Strikes vs. densities of the joints in the Daekwanryung area

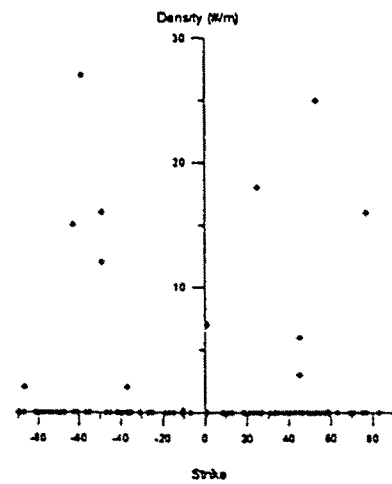


그림 26. 대관령 지구 구조자료 각 항목간의 상관 관계

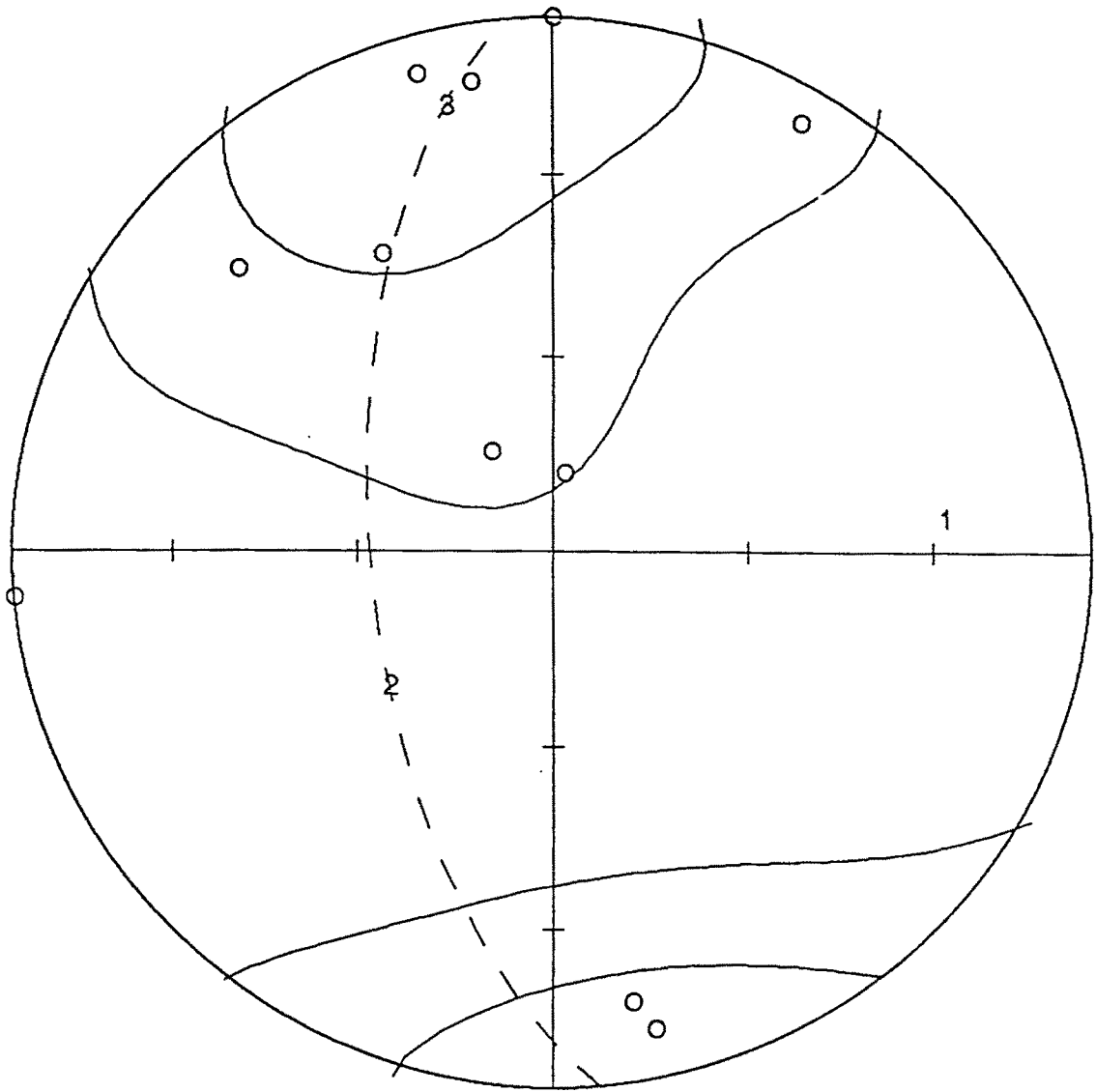
표 6. 거두리 지역 단층의 주향, 경사, 밀도 및 연장성.

주향*	경사	밀도	연장성
67	8	0	5
51	72	0	5
73	12	0	5
35	22	0	4
83	7	0	5
53	36	0	5
-89	-78	0	5
71	-10	0	5
73	-16	0	5
-12	0	0	5
-67	-8	0	5

주향, 경사, 밀도 및 연장성의 표현은 표 2와 같음.

표 7. 거두리 지역 절리의 주향, 경사, 밀도 및 연장성

주향	경사	밀도	연장성
71	10	0	5
-33	-16	0	5
23	62	0	5
43	18	0	5
-12	0	0	5
35	56	0	5
21	-12	0	5
23	-32	0	5
21	-17	0	5
-23	68	0	5
-3	17	0	5
33	-26	0	5
-57	-36	12	5
-29	22	0	5
-49	2	25	5
83	7	0	5
-25	-10	0	5
-31	-12	0	5
-7	7	0	5
-39	66	0	5
-7	17	0	5
53	-48	0	5



$N = 11$

$E = 2.47$

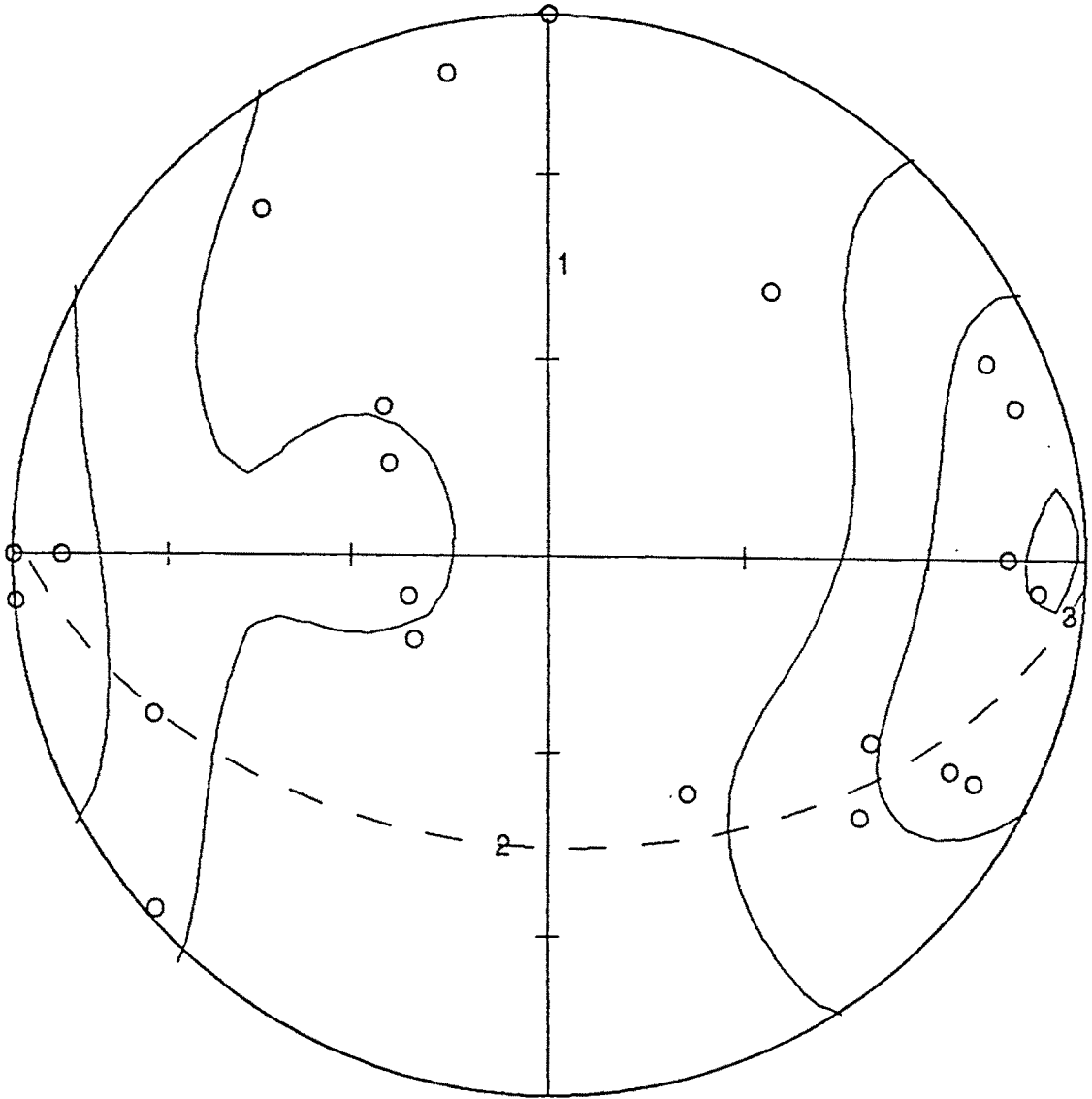
$k = 4.44$

$\text{Sigma} = 0.83$

$(\text{Peak} - E) / \text{Sigma} = 3.9$

Peak position : $350.0^\circ / -4.6^\circ$

그림 27. 거두리 지구 단층의 주향과 경사에 대한 역투영도



$N = 22$

$E = 3.19$

$k = 6.89$

$\text{Sigma} = 1.06$

$(\text{Peak} - E) / \text{Sigma} = 4.1$

Peak position: $90.0^\circ / 6.2^\circ$

그림 28. 거두리 지역 절리의 주향과 경사에 대한 역투영도

표 8. 거두리 지역 단층과 절리의 주향, 경사, 밀도 및 연장성 간의 상관 관계.

	주향	경사	밀도	연속성
거두리 지역 단층				
주향	1.000			
경사	0.5698	1.000		
밀도	0.0000	0.0000	1.000	
연속성	-0.0237	-0.1614	0.0000	1.000
거두리 지역 절리				
주향	1.000			
경사	-0.0658	1.000		
밀도	-0.0000	-0.0000	1.000	
연속성	-0.4341	-0.1549	0.0000	1.000
+1 또는 -1: 상관 관계 완전, 0: 상관 관계 없음				

Strikes vs. dips of the faults in the Keodoori area

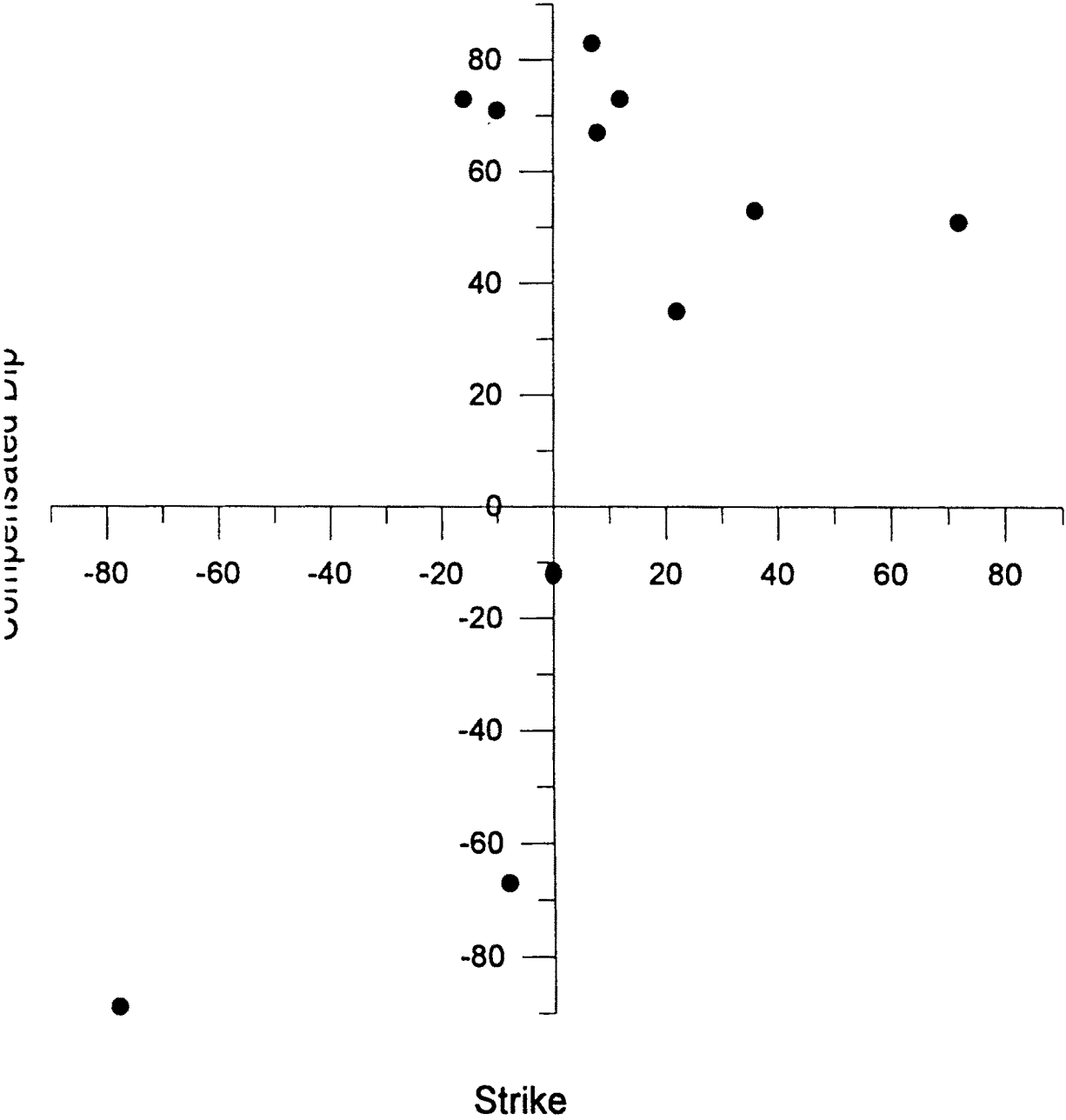


그림 29-a. 거두리 지역 단층의 주향과 경사 간 상관 관계.

Strikes vs. dips of the joints in the Keodoori area

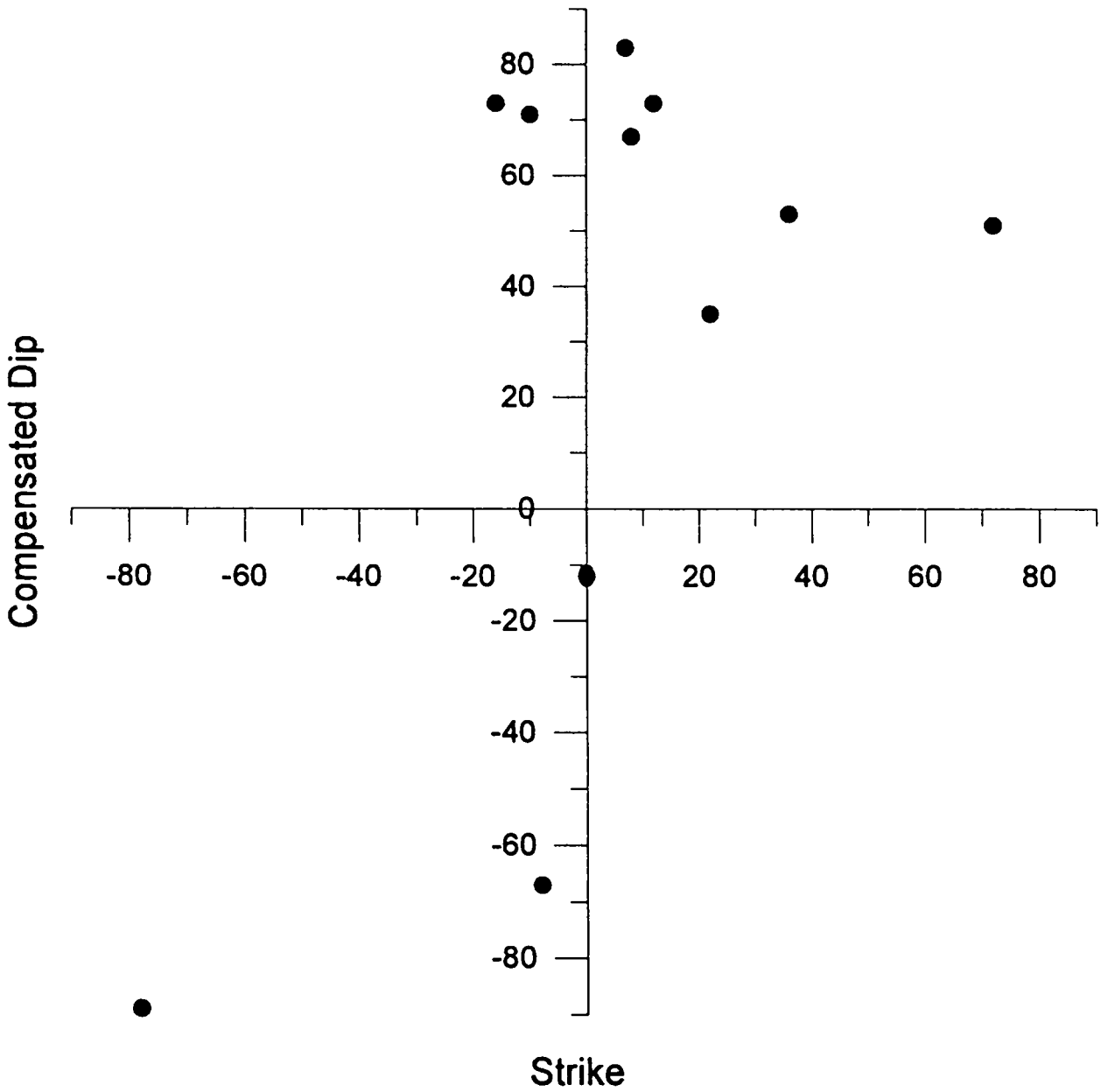


그림 29-b. 거두리 지역 절리의 주향과 경사 간 상관 관계.

다. 하안미 지역

하안미 지역의 지질구조는 전반적으로 NNE-SSW의 구조적 방향성을 보여준다. 층리는 습곡 및 단층작용에 의해 지역적인 변화를 보이지만 전체적으로 지층의 주향은 같은 방향성을 가지며 습곡축 또한 NNE 또는 SSE방향으로 plunge한다. 그 외에 본 지역의 대규모 단층 역시 거의 같은 방향을 가리킨다.

이 지역의 습곡구조는 형태, 방향 및 관련 엽리구조를 관찰해 볼 때 적어도 3회의 습곡작용에 의해 형성되었다.

1차 습곡구조는 비대칭 습곡구조로서 thrust 단층이 수반된 slaty cleavage fold로서 등사습곡 또는 횡와습곡의 양상을 보이는 데, 이는 후기 변형작용의 영향에 의한 것이다. Slaty cleavage는 변성퇴적암류에 광범위하게 발달하였으며, 석회암층군에서는 이질석회암 및 세일층에 발달되어 있다.

석회암층군에는 이러한 습곡작용과 관련되어 있는 소습곡구조가 많이 발달되어 있다. 이들 소습곡구조의 관찰에 의하면 습곡축 및 측면은 후기변형작용에 의하여 변화를 나타내지만 대화-평창간을 지나는 대단층을 경계로 습곡측면이 서쪽에서는 동으로, 동쪽에서는 서쪽으로 경사하는 변화를 보이며, 습곡축 또는 관련 엽리와 층리의 교차 선구조는 NNE 또는 SSE방향으로 완만한 plunge를 갖는다.

2차 습곡구조는 1차습곡구조와 같이 등사 및 횡와습곡 등의 비대칭 습곡구조로서 crenulation 또는 fracture cleavage 등의 관련엽리구조를 갖는다. 또한 관련 선구조는 1차 습곡구조와 거의 평행하여 1차습곡구조를 더욱 tight하게 하였다.

3차 습곡구조는 이 지역에서 가장 후기의 습곡구조로서 국부적으로 발달되어 있다. 전반적으로 습곡구조의 축은 NNE 또는 SSW로 30° 이내의 경사를 가지고 있으며, 남부지역에서 거의 E-W방향의 습곡구조가 나타나는데 이는 미약

한편이다. 그리고 일부지역에서는 습곡축이 SSE 방향으로 65° 정도의 경사를 보이고 있는데 이는 이 지역 thrust 단층부의 상부에서만 관찰되므로 이는 thrust 단층 전기의 습곡구조이거나 화강암 관입에 의한 영향으로 판단된다. 특히 하안미리 지역은 큰 단층과 규모가 비교적 큰 slaty cleavage fold가 발달되어 있는 지역으로서 층리면은 NNE 또는 SSW 방향으로 30° 이내의 축을 가진 습곡구조의 영향을 받았으며, 후기 습곡구조의 영향은 층리면의 분산으로 볼 때 약간 영향을 받았으나 단층 영향에 의한 결과가 큰 것으로 판단된다.

제 6 절. 일반탐사

1. 원격 탐사

대상체로부터 방사 혹은 반사되는 전자기파 에너지를 물리적인 접촉없이 측정하여 대상체의 물리적 성질이나 상태 및 공간적 형태에 대한 정보를 얻고자 하는 탐사방법이다. 본 연구에서는 인공위성(LAND SAT5)를 이용하여 자료를 얻었으며 통상궤도는 지상 705km로써 스캐닝 폭은 185km이다. 대관령지역 (그림 30), 용수골지역 (그림31) 및 하안미지역 (그림 32. a, b) 부근의 지표면의 대상물이나 현상에 관한 자기파 정보를 Thematic Mapper라는 다분광 Scanner가 작동하여 수집, 이를 ERDAS(ERDAS Version 7.5 HOST:PC-DOS) 장비를 이용, 분류, 판독 및 분석을 행하였으며 ERDAS는 Image Processing이고 Raster Geographic Information System의 Collecting Viewing altering 및 analyzing을 포함하고 있다.

추출시의 영상은 1:50,000 축적 정도이며 도면은 1:25,000을 사용하고 있다. TM에는 농업분야에 상세한 정보를 얻기 위하여 7개의 채널로 작동과장대가 분류되며 특성은 다음과 같다.



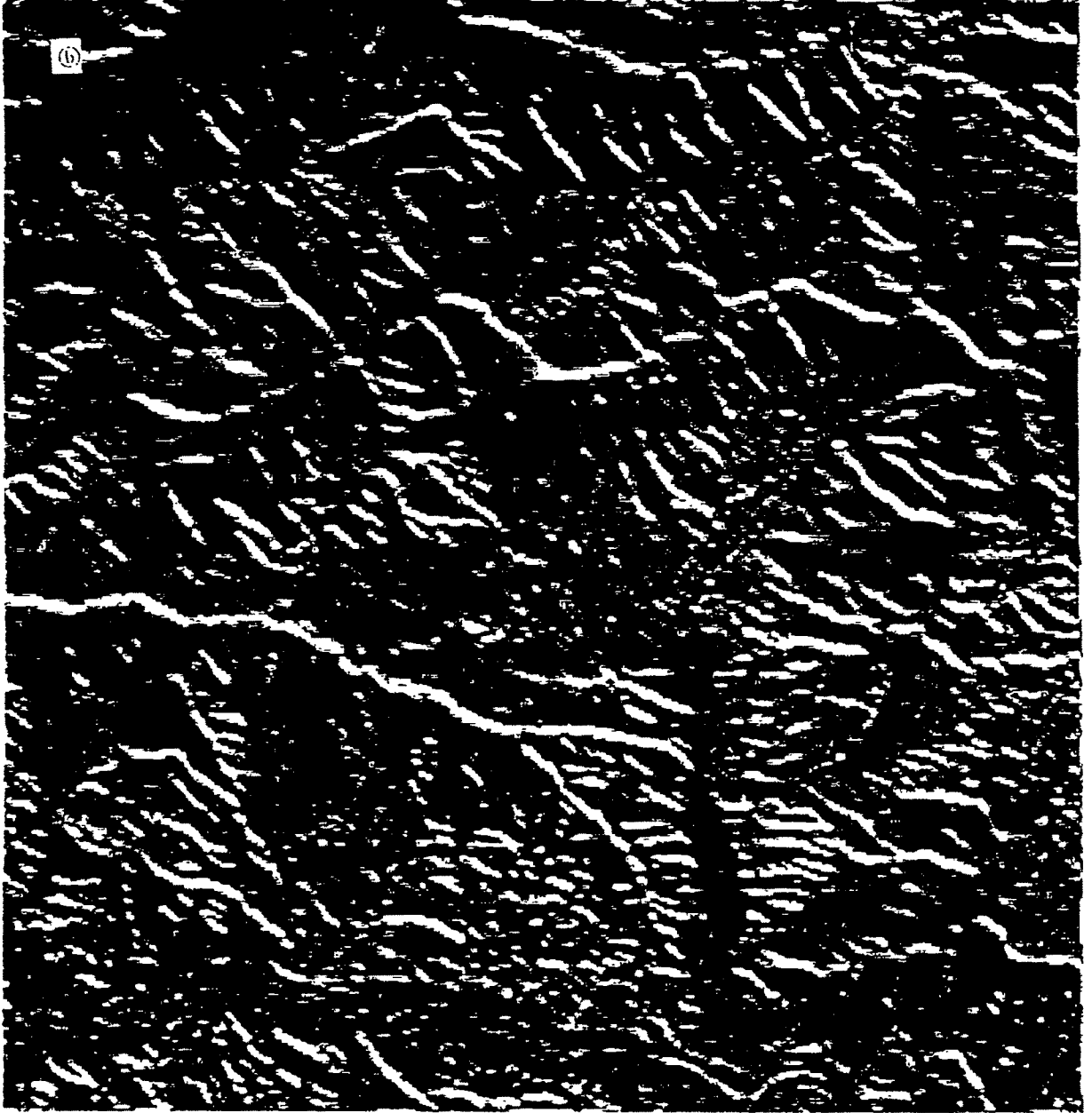
7월 30 대서원 사구의 위성 영상 사진



그림 31. 홍수관 지역의 위성 영상 사진



그림 32-5. b. 하원이 시구의 위성 영상 사진



[밴드 1] (0.45 ~ 0.52 μ m) - 수표면의 침투효과를 높이고, 토지 이용조사, 토양, 식물의 특성 파악을 위한 것이다.

[밴드 2] (0.52 ~ 0.60 μ m) - 일차적으로 가시광선중에서도 녹색과장대에서만 반사 효과가 높은 식물의 엽록소에 따른 영양상태 및 종별의 구분에 중점을 둔 것이다.

[밴드 3] (0.63 ~ 0.69 μ m) - 식물을 구분시키는데 있어서 가장 중요한 밴드이다. 이 밴드는 엽록소를 흡수하는 가시광선 과장대중의 한 부분에 위치하기 때문에 식물과 식물이 아닌 물체와를 쉽게 구분시킬 수 있으며 식물중에서 종자구별에도 이용된다.

[밴드 4] (0.76 ~ 0.90 μ m) - 대상구역에 분포한 식물대의 범위를 알 수 있으므로 농작물의 식별을 용이하게 하고, 육지와 물과의 경계면에 강한 대조를 이룬다.

[밴드 5] (1.55 ~ 1.75 μ m) - 농작물의 종류와 농작물의 수분함량, 토양의 수분 함유 상태를 파악하는데 중요하다.

[밴드 6] (10.40 ~ 12.50 μ m) - 열적외선 채널이므로 식물의 분류, 식물의 성장상태 분석, 토양의 수분함량 구별 등 열적외선과 관계되는 정보 탐지에 이용된다.

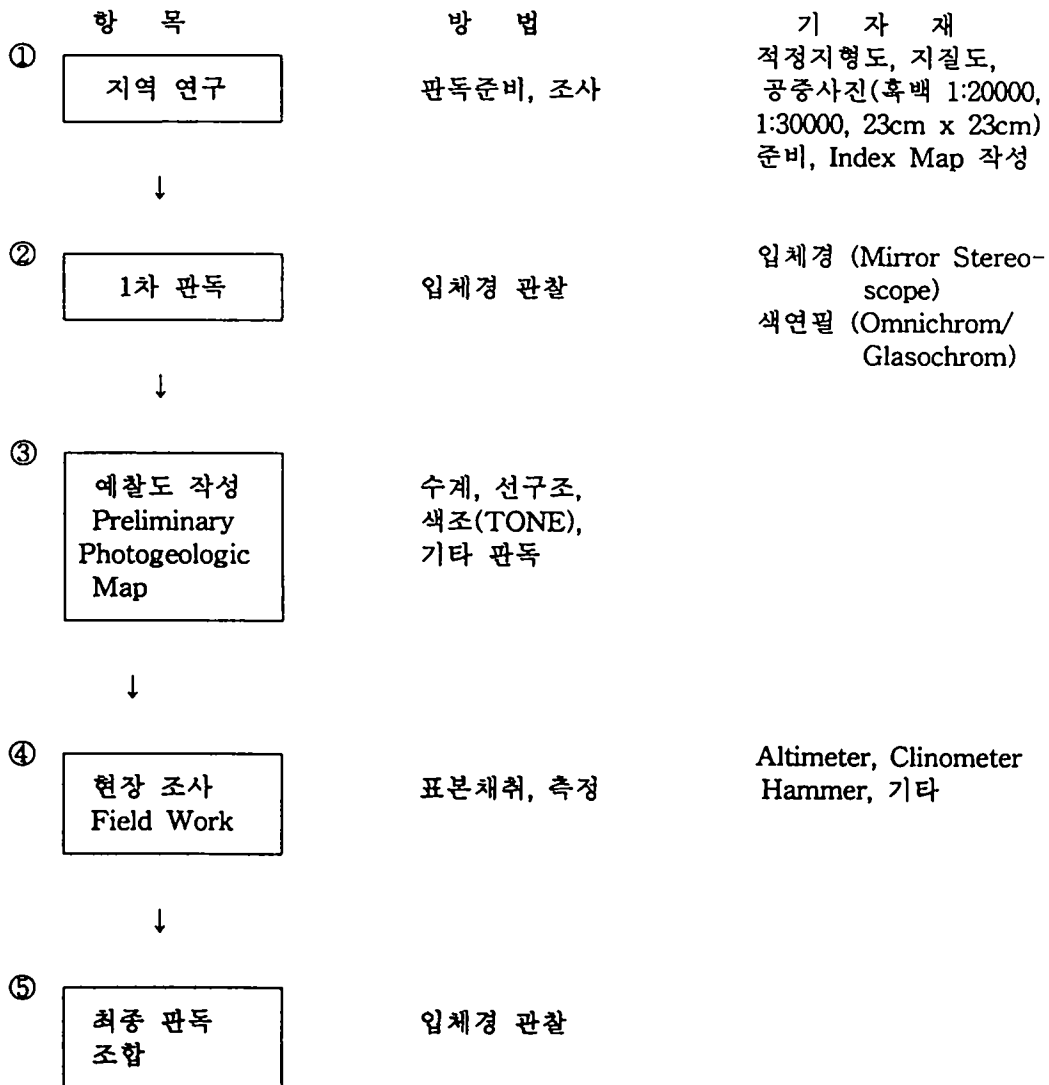
[밴드 7] (2.08 ~ 2.35 μ m) - 암석의 형상을 구분해 내는데 중요하다.

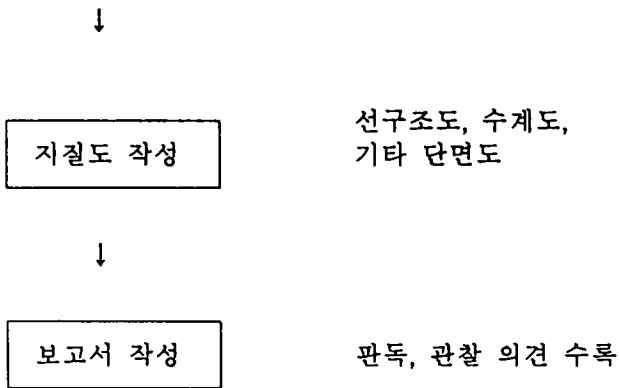
주로 밴드 4, 5, 7을 사용하고 있으며 TM이 갖고있는 지상분해 능력은 MSS의 2.6 배로 순간 시야(1 FOV)가 30×30m의 Pixel이고 0 ~ 255 radiometric resolution 이다. 기록방법은 TM-B S Q이고 지형보정을 하여 자료를 추출하였다.

2. 항공사진 판독

가. 개 요

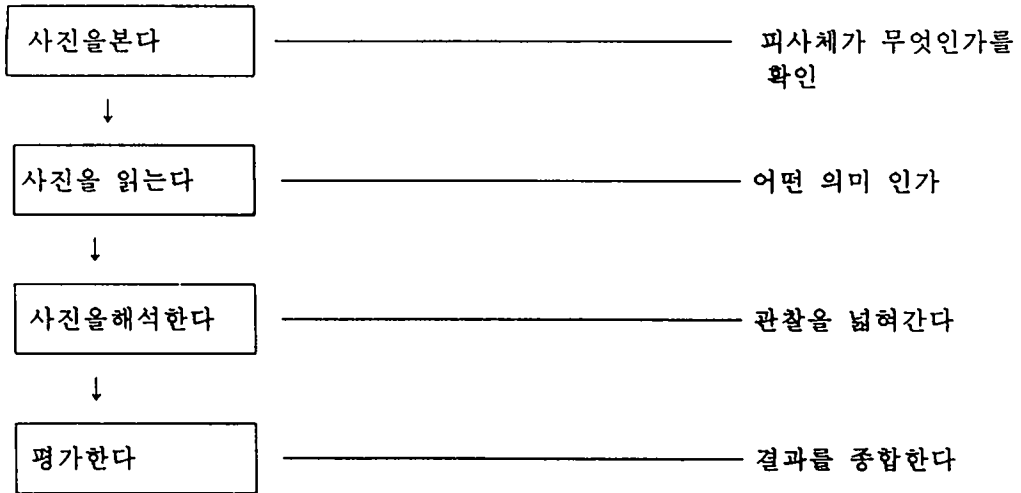
항공사진 지질판독은 지형을 잘 관찰하여 지질의 구성과 구조를 판독하는 방법으로
 아래와 같은 FLOW CHART에 의하여 실시하였으며 야외 지표 지질조사에 참고자
 료를 제시하였다.





나. 사진판독의 방법

판독 방법은 사진상의 인정(Photoreading), 사진상의 해석(Photo analysis), 사진판독(Photointerpretation)의 3 단계로 구분하여 아래와 같이 시행하였다.



다. 판독의 요소

판독의 요소로서는 명암도(Tone), 색(Color), 사진의 Texture, 규모(Pattern), 형태(Shape), 크기(Size) 등을 지질학적 특성인 암상에 따른 형태적인 외양(Morphologic

Expression), 구조적인 특성(층리, 경사, 습곡구조, 단층구조 및 부정합 등), 암석의 산상에 의한 지형의 특징(화성심성암의 관입, 병반, 암주, 암맥, 하상층적층, 봉적층, 화산 분출지의 특징, 해안지형, 풍화에의한 현상) 등과 결부시켜 판독을 하였으며 본 연구에서는 선구조와 수계도를 중점적으로 판독 하였다. 이와 같이 선구조중 단층을 의미하는 사진상의 증거를 판독하여 기존자료와 결부하여 분석하고 야외조사에서 확인토록 하였다.

제 7 절 물리탐사

1. 서 론

우리나라의 지하수는 대부분 결정질 암반 중에 발달하는 파쇄대 및 단층 등의 균열대를 따라 부존하는 간극 수인 경우가 많으므로 파쇄대의 탐지는 국내의 지하수 조사에서 중요한 지침이 된다.

본 연구에서의 물리탐사는 천부의 파쇄대를 신속하고 효과적으로 탐지할 목적으로 V.L.F 전자 탐사와 천부 ~ 중·천부의 파쇄대 탐지 및 지하 지질구조의 규명을 목적으로 전기 비저항 탐사(쌍극자 배열 및 Schlumberger 배열)를 실시하였다. 쌍극자 배열 전기 비저항 탐사와 V.L.F 전자 탐사는 축선을 설정하여 실시하였으며, 수직 탐사와 같이 한 축점에서 실시하는 탐사는 위의 두 탐사 결과를 참조하여 주요 목표지점에 대하여 실시하였으며, 이들 탐사 자료를 종합적, 유기적으로 해석하였다.

전기 비저항 탐사의 자료 해석은 모델링을 통한 역산법을 이용하였으며 휴대용 컴퓨터를 이용하여 현장에서 자료처리를 실시하였다. 현장 자료의 정밀도 제고를 위하여 Booster 기능이 있는 장비를 이용하였으며 50 cm 의 전극봉을 30 cm 이상 지하에 설치하여 자료의 신뢰도를 높였다. 쌍극자 배열 전기 비저항 탐사의 쌍극자 배열 전기 비저항

탐사의 경우 쌍극자 간격은 대관령 및 용수골 지역에서 50 m, 하안미 지역과 성황동 지역에서는 보다 정밀한 탐사를 위해 2 ~ 3m로 하였으며, 가탐 심도를 좌우하는 전극 간격 전 개수 n 은 10으로 하였다. 쌍극자 탐사의 측정 자료 및 역산 결과는 각 측선에 대하여 현장 측정 자료의 겉보기 비저항 가단면도, 계산된 이론 자료의 겉보기 비저항 가단면도, 역산 결과 해석된 2차원 진비저항 분포도순으로 나타내었다.

수직 탐사는 쌍극자 탐사 결과 지하수 부존 가능성이 높다고 판단되는 지역과 쌍극자 탐사가 어려운 지역 등에 대하여 실시하였다. 자료의 해석은 쌍극자 탐사 자료를 참고하여 해석하였으며 측정 간격은 현지 탐사 여건 등을 고려하여 최대의 탐사 효과를 낼 수 있도록 하였다.

V.L.F 전자 탐사는 가탐 심도가 약 50 m로 천부 지질구조 파악에 있어 매우 간편하고 효율적인 방법이다. 본 지구에 대한 탐사는 쌍극자 탐사 측선을 따라 동상 성분과 이상 성분을 25 m의 측정 간격으로 측정하였다.

조사지역의 지형도 및 쌍극자 배열 전기 비저항 탐사 측선 및 전기 비저항 수직 탐사 측정, V.L.F 전자 탐사 측선 등을 도시하였다

본 탐사에 사용된 장비 및 해석기기는 다음과 같다.

가. 탐사 장비

(1) V.L.F 전자탐사 :

- * V.L.F EM - 16
- * WADI(극저주파탐사)

(2) 전기 비저항 탐사 :

- * ABEM Terrameter SAS 300B
- * ABEM Terrameter SAS 300C
- * Booster SAS 2000
- * Reels, cables

- * Electrode pole (> 50 cm)

- * Battery etc

나. 해석기기

(1) 현장 자료처리용

- * 486 DX 2, color Notebook computer

- * HP 505 K color printer

(2) 실내 자료처리용

- * 486 DX 2, Desktop computer

- * HP Paintjet XL printer

- * Laser printer

2. 극저주파 탐사

극저주파(V.L.F) 전자파탐사는 장거리 송신용으로 이용되는 V.L.F(Very Low Frequency, 15 ~ 30 kHz)를 이용하는 방법으로 V.L.F 송신기로부터 나온 전자장이 전도성 물체(지질구조대)를 지날때에 그 물체에 2차 전류가 형성된다. 이러한 2차 전류는 2차 전자장을 형성하게 될 것이며, 이때 1차 자장과 2차 자장의 힘에 의해 타원분극을 형성한다. 여기서 타원분극의 경사각과 이심율(이상성분)을 측정하면 전도성 광체나 지질 구조선의 직상부에서 두 측정성분의 측정치가 0이 되는 점이 형성되며, 탐사 측선을 따라 이 반전점(Cross - Over Point)들을 연결하면 지질 구조선과 같은 전도체의 분포 상태를 알아낼 수 있다.

본 탐사에 이용된 송신소는 호주에 위치하고 있는 NHC(North Cape Australia)이며 주파수는 15.5 kHz 이다.

V.L.F 전자 탐사는 천부 파쇄대 탐지를 목적으로 실시하였으며 호주파를 송신원으로 하여 동상 및 이상 성분을 측정하였다. 또한 전선 등의 영향으로 측정이 불가능한 측정

은 제외하였으나 조사 지역에 전자기적 잡음원(전신주 등)이 분포하므로 주로 정성적인 측면에서 해석하였다.

가. 대관령 지역

대관령지구의 극저주파 탐사는 서울과 강릉을 잇는 영동고속도로 변으로 자동차 통행의 영향과 본 지구 위를 관통하는 고압선의 영향으로 탐사 자료 획득이 불가능하였다.

나. 용수골 지역

그림 33 은 본 지구의 V.L.F 전자 탐사 결과이다.

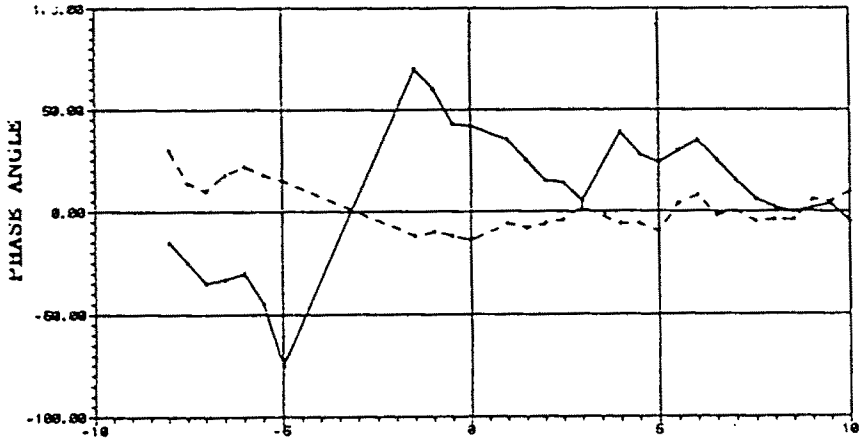
측선 IJ-VI 은 측정이 불가능한 지점들로 인하여 자료의 신뢰도는 크지 않으나 -3 번과 측정 부근에서 나타난 반전점은 천부 선구조가 발달하는 곳으로 예상된다. IJ-V2 측선 또한 9 번 측정 부근에서 여타 지점들보다 값의 구배가 크고 반전점을 보이는 것으로 보아 선구조가 발달하는 곳으로 추정되며, 이는 쌍극자 탐사 결과와도 부합한다. 더불어 측선 좌측부에서 두 성분의 값 및 구배가 작은 것으로 보아 쌍극자 탐사로 풍화대의 발달이 예상된 곳인 본 측선 좌측부의 지질 구조를 잘 반영하는 결과로 생각된다. 측선 GA-V3 측선의 250m 지점에 파쇄 함수층이 소량 관찰된다.

3. 쌍극자 탐사

전기 비저항 탐사는 전류 전극에서 인공적으로 전류를 대지에 공급하여 이때 대지에 공급된 전류의 크기와 이에 의해 발생된 전위의 크기를 측정함으로써 전기 비저항치의 변화 양상을 탐지 이를 해석하여 지하 하부의 지질구조(파쇄대, 단층), 지하수의 부존 양상을 탐사하는 것이 전기 비저항탐사로 쌍극자 전기비저항 탐사는 수직 탐사와 수평 탐사를 동시에 수행하는 배열법으로 2차원적인 지하의 비저항 분포를 밝혀낼 수 있다.

이 방법은 전위 전극과 전류 전극을 동일한 간격으로 분리 고정 시키고 그 둘 사이

(A) IJ-V1



(B) IJ-V2

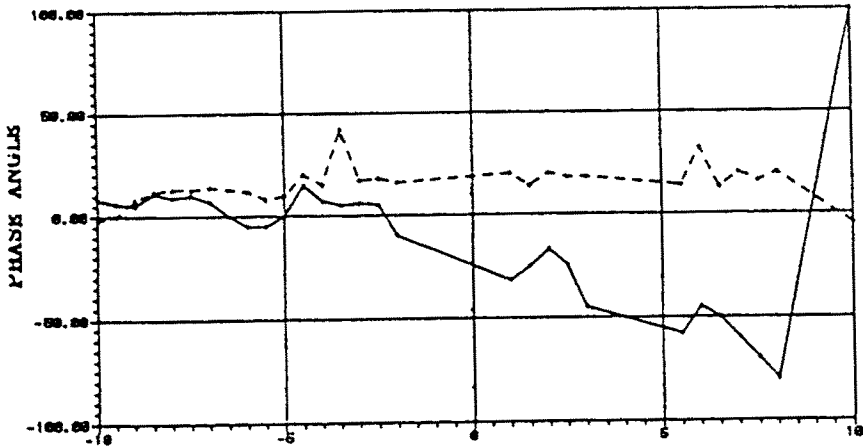


그림 33. 용수골 지역의 V.L.F 탐사 결과 (단위 %).
(— * — * — : 동상 성분, - * * - : 이상 성분)

의 간격을 동시에 원래 거리 a 의 배수거리로 단계적으로 확장시키는 방법으로 탐사 축선의 배열 방법은 아래 그림과 같다.

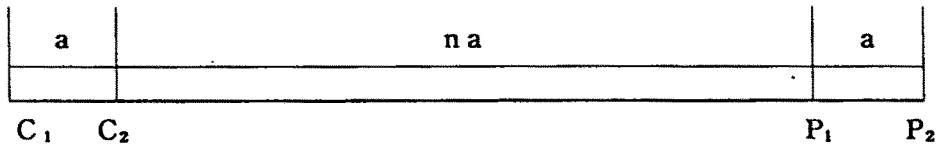


그림 34 쌍극자 배열 (Dipole - Dipole array)

쌍극자 탐사 배열법은 2차원적인 지하비저항분포를 밝혀낼수 있는 탐사법으로 여러 축선을 선정하면 3차원적인 지하구조의 유추가 가능하다 (그림 35).

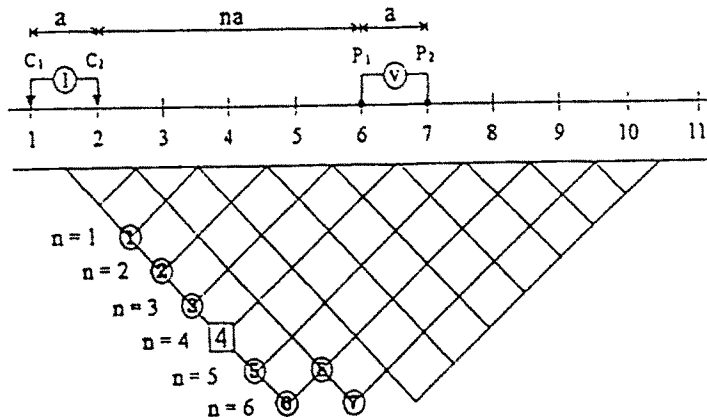


그림 35. 쌍극자배열 탐사 자료를 이용한 가단면도 작성법

따라서 단층, 암맥, 파쇄대 및 비저항대의 방향을 추정할 수 있으므로 착정위치를 선정하는데 매우 효과적이다. 탐사결과 획득된 각 축선별 현장 자료를 입력하여 유한 차분법(FDM)을 이용하여 평활한 제한(Smoothness Construction)을 가한 2차원 자동 역산을 수행한 결과로써 지하의 진비저항 분포를 각 축선별로 단면상에 칼라 영상화하

여 도시하며 고비저항대는 신선한 암반을 나타내고 파쇄대나 대수층으로 인지할수 있는 지질 이상대는 고비저항 저비저항대가 교차되는 지점이다.

가. 대관령 지역

본 지구에서의 측선 방향은 계곡방향(EW)에 수직이되는 방향(N5° E)으로 2측선을 선정하여 측선 간의 간격 20 m 길이 100 m의 전기 비저항 쌍극자(Dipole - Dipole Method) 탐사를 실시하였으며, 그림 36 에 도시하였다.

대관령지구 측선D-1의 탐사 결과(그림 37) 현장 자료의 가단면도 상에서 저비저항값의 분포는 측선의 중앙부 1번 측정 부근으로 지질구조상 연약대로 생각되며, 소규모의 함수 파쇄대의 발달이 예상된다.

나. 용수골 지역

본 지구에서 실시한 쌍극자 배열 전기 비저항 탐사의 측선 길이는 각각 1000 m이며 측선의 배열 방향은 그림. 38 에 나타내었다.

그림 39 는 IJ-D1의 탐사 결과이다. 현장 자료의 가단면도상에서 고비저항값의 분포는 측선의 좌측 하단 및 5번 측정 부근에서 좌경하면서 큰 폭으로 심부로 발달한다. 역산결과, 본 측선상의 중앙부는 고비저항대가 폭넓게 분포하며 표토 및 풍화대의 발달이 양호할 것으로 추정된다. -5번 및 7번 측정 부근을 경계로 비저항값의 경계를 나타냈고 이 측정 부근에서 심부 지하수의 부존과 연관된 파쇄대의 발달이 예상된다.

그림 40 은 IJ-D2의 탐사 결과이다. 이 측선은 IJ-D1과 약 20° 정도의 각도로 측선을 배열한 것으로 IJ-D1 측선의 탐사 결과와 유사한 결과를 얻었다. 따라서 -5번 및 7번 측정 부근을 지질 구조상 연약대로 생각되며 함수 파쇄구조를 띠 것으로 추정된다. 그림 41 는 IJ-D3의 탐사 결과이다. 현장 자료의 가단면도상에서 좌측부에 나타난 공백 부분은 값의 분산이 커서 자료처리시 제외된 부분이다. 역산 결과, -3번 측정

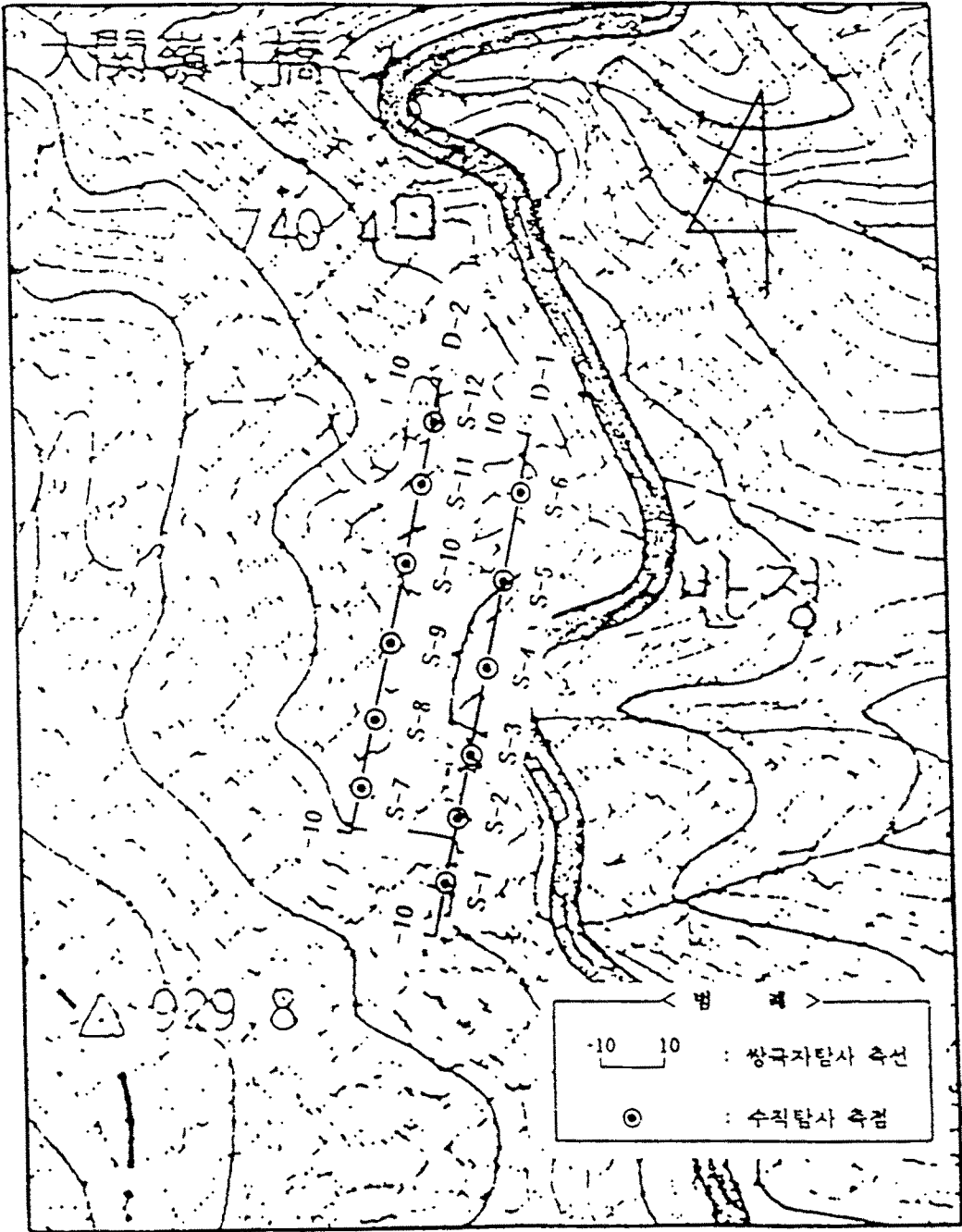
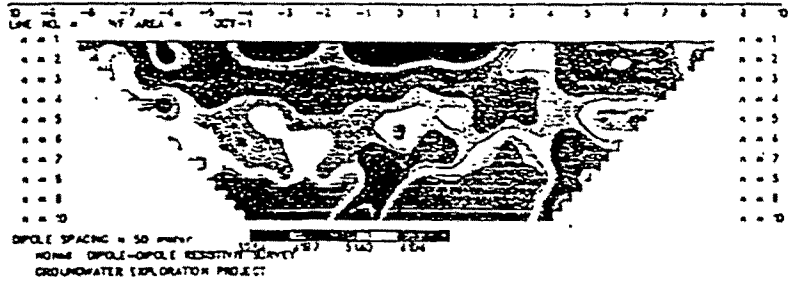
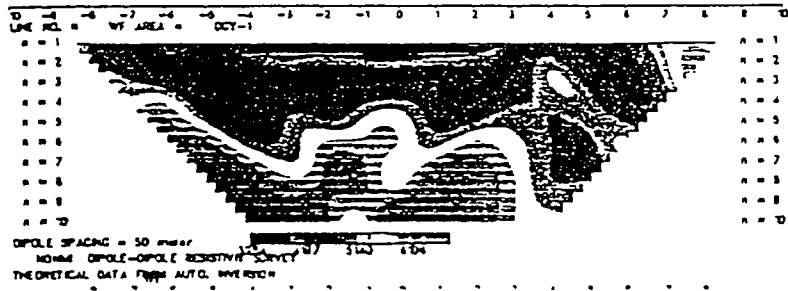


그림 36. 대관령 지구의 물리탐사 축선도

(A)



(B)



(C)

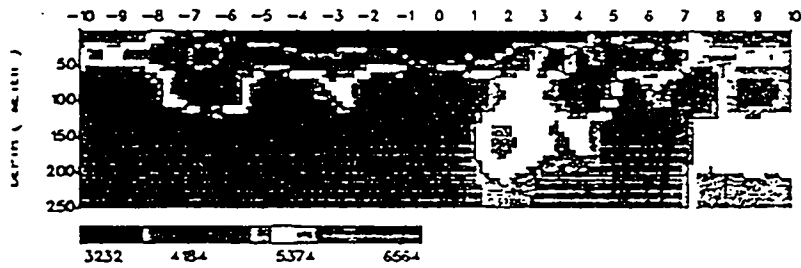


그림 37. 대관령지역 D-1 축선의 전기비저항 쌍극자 탐사 결과

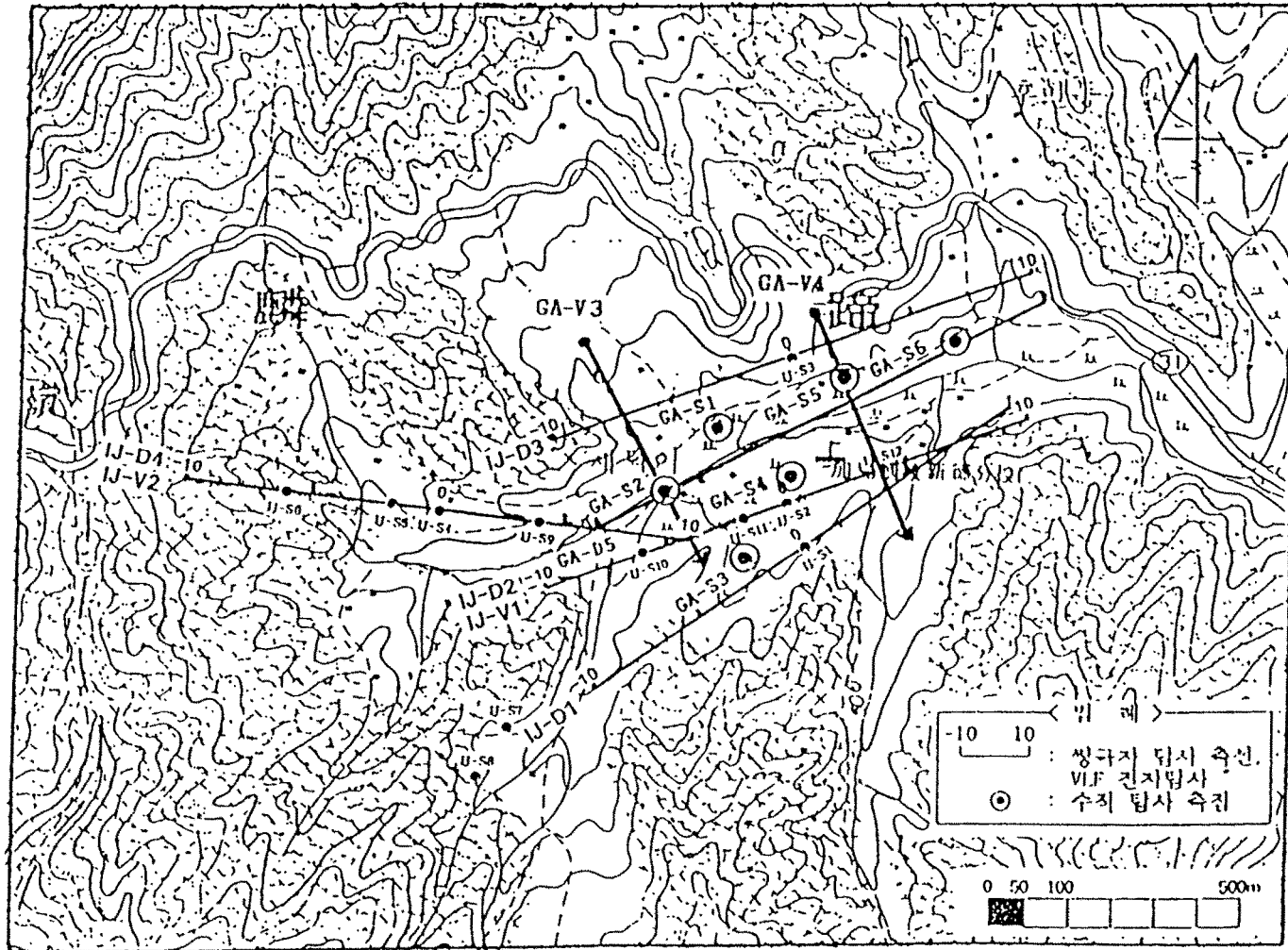
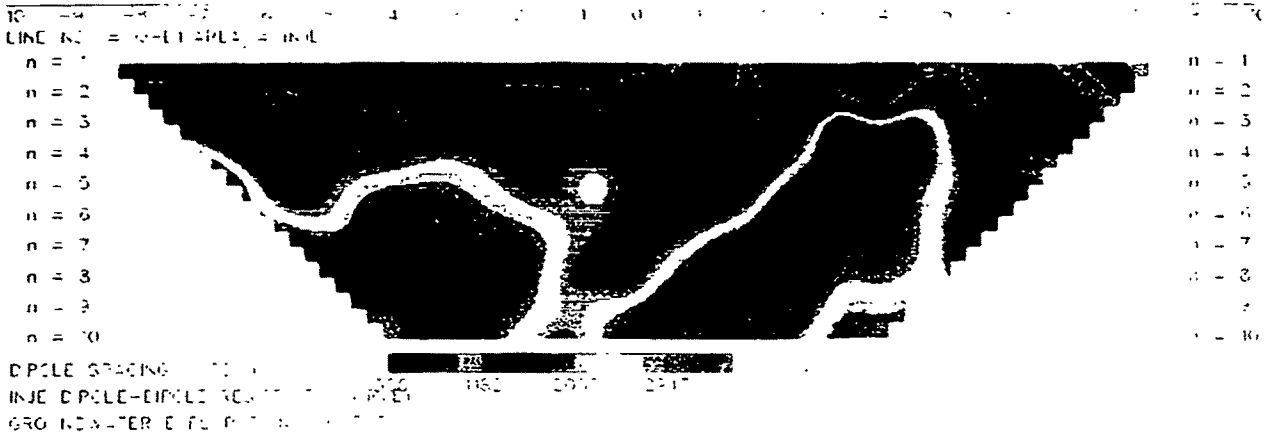
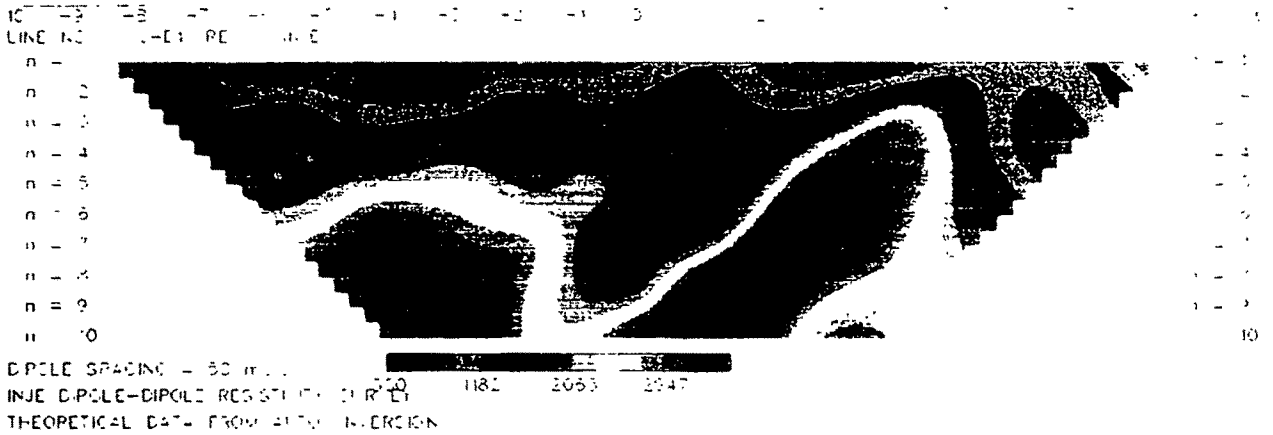


그림 38. 용수골 지구의 물리탐사 축선도

(A)



(B)

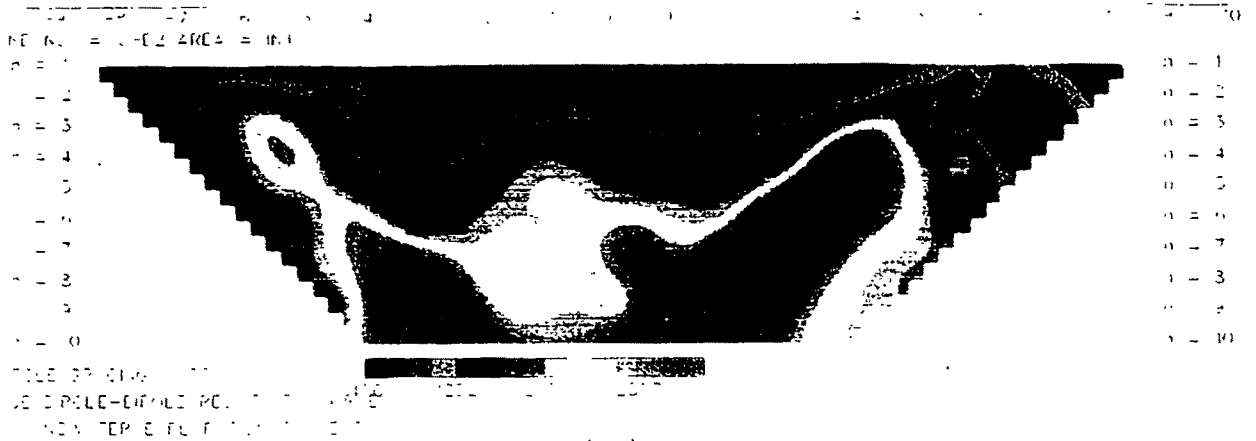


(C)

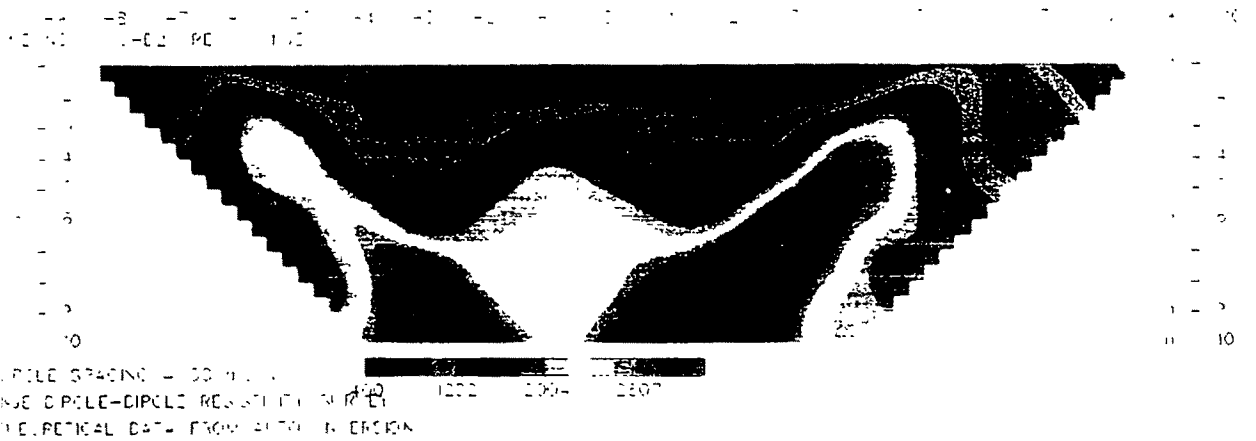


그림 39. 용수골 지구의 쌍극자 배열 전기 비저항 탐사 결과.
 (측선명 IJ-D1, a=50m, n=10)
 (A) 현장 측정 자료의 겉보기 비저항 가단면도.
 (B) 계산된 이론 자료의 겉보기 비저항 가단면도.
 (C) 역산 결과 해석된 2차원 진비저항 분포도.

(A)



(B)



(C)

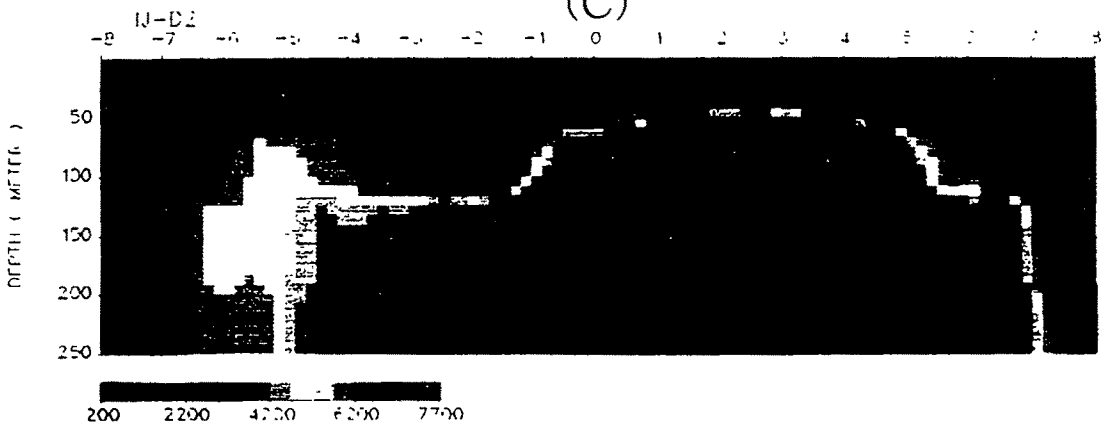
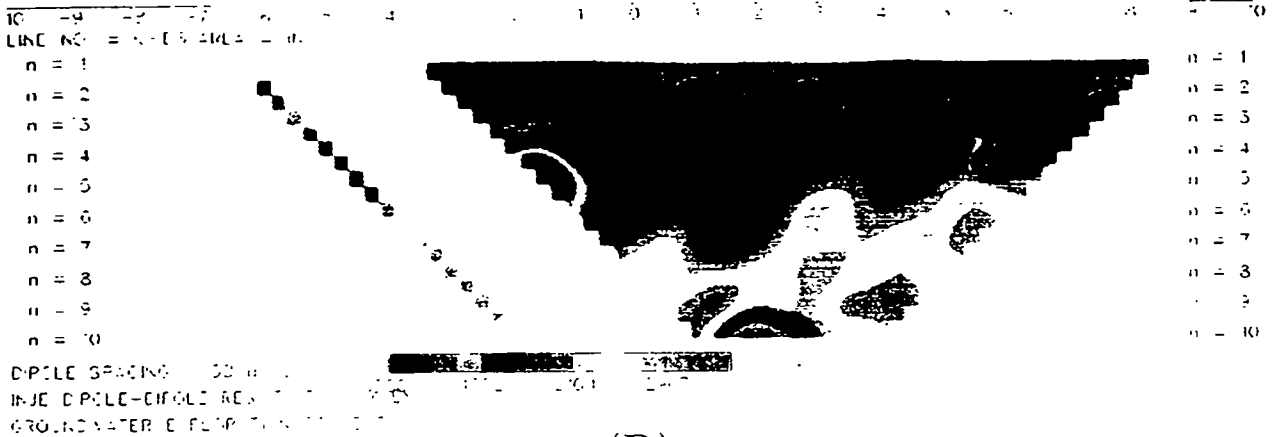
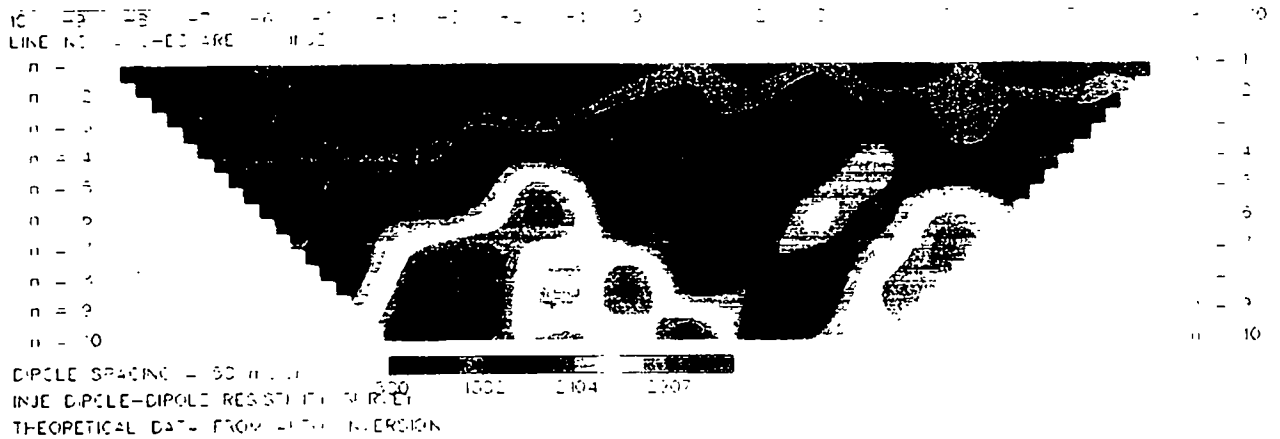


그림 40. 용수골 지구의 쌍극자 배열 전기 비저항 탐사 결과.
 (축선명 IJ-D2, a=50m, n=10)
 (A) 현장 측정 자료의 겹보기 비저항 가단면도.
 (B) 계산된 이론 자료의 겹보기 비저항 가단면도.
 (C) 역산 결과 해석된 2차원 진비저항 분포도.

(A)



(B)



(C)

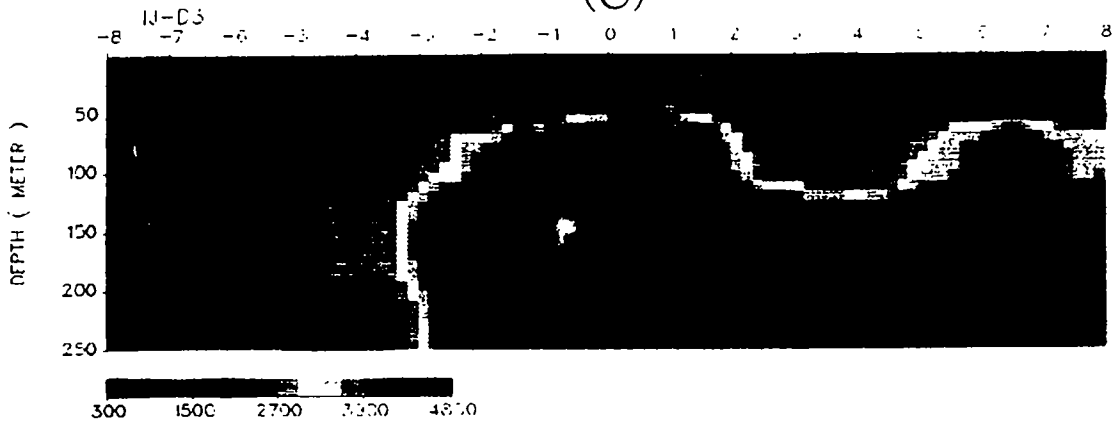


그림 41. 용수골 지구의 쌍극자 배열 전기 비저항 탐사 결과.
 (측선명 IJ-D3, $a=50m$, $n=10$)
 (A) 현장 측정 자료의 겹보기 비저항 가단면도.
 (B) 계산된 이론 자료의 겹보기 비저항 가단면도.
 (C) 역산 결과 해석된 2차원 진비저항 분포도.

부근에서 비저항값의 대비가 나타났으나 신뢰성은 다소 떨어진다. 그러나 이 측정 부근에서 IJ-D1 및 IJ-D2 축선의 탐사 결과 나타난 예상 지질 선구조와 연결되는 곳이다. 따라서 그림 1에서 보는 바와 같이 중앙부에서 남북으로 발달하고 있는 저지대를 따른 함수 과쇄대의 발달이 예상된다.

그림 42는 IJ-D4의 탐사 결과이다. 현장 자료의 가단면도상에서 -3 ~ 0번 측정 사이의 천부에서 심부로 길게 발달하는 저비저항대가 있으며, 이 주변에 중간 및 고비저항대가 분포하고 있다. 역산 결과, 축선의 좌측부 지역은 풍화의 진전이 100 m 또는 그 이상의 심부 지역까지 발달한 것으로 예상된다. 그리고 1 ~ 3번 측정 사이의 천부에서 심부까지 상대적인 저비저항대가 분포하며 이외의 구간은 심부에서 고비저항대가 나타났다.

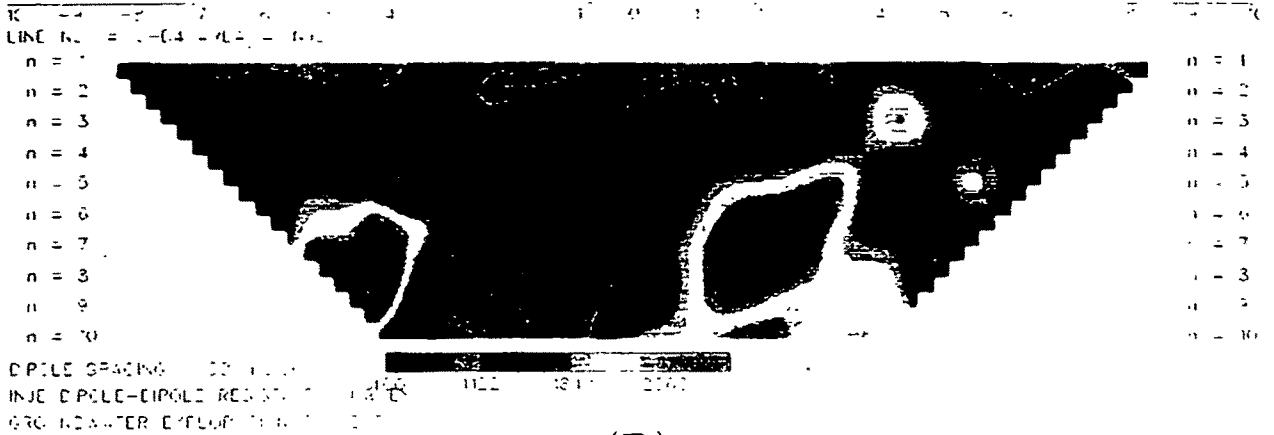
측선 GA-D5 (그림 43)은 현장 측정자료의 겹보기 비저항 가단면도와 이론자료의 겹보기비저항 가단면도를 비교해 볼 때 전체적으로 저비저항대를 이루며, 중앙 하단에 약간의 고비저항대를 나타낸다. 역산 결과 해석된 2차원 진비저항 분포도에서 측정 -4와 측정 -5사이의 심도 100m ~ 250m에 고비저항대를 이루며 나머지 구간에서는 대체로 저비저항대를 이루고 있어 지하수 부존이 양호할 것으로 예상된다.

다. 하안미 지역

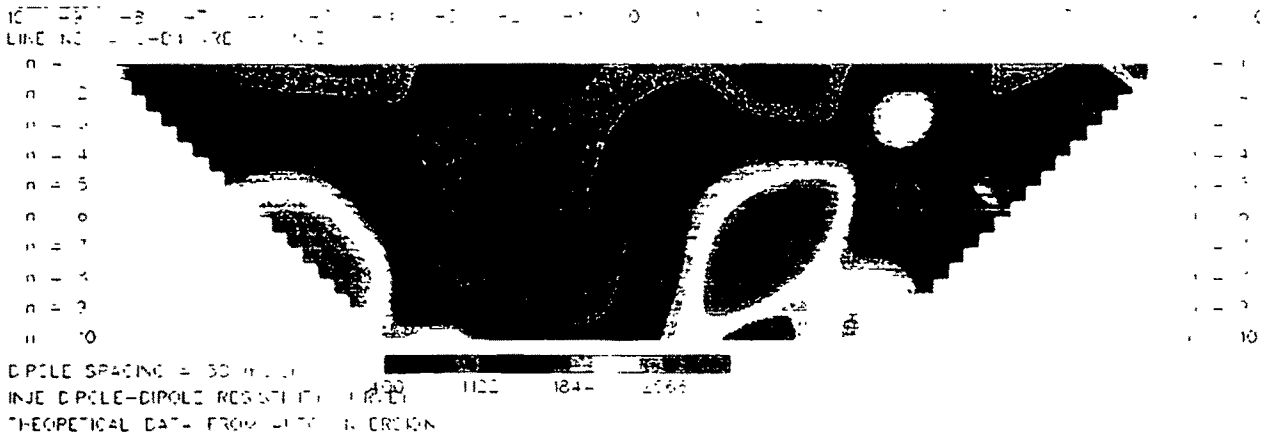
하안미지역에서 축선의 방향은 NS방향으로 9측선, EW방향으로 3측선을 실시 하였으며 축선의 길이는 60m, 측정간격은 3m로 설정하였다 (그림. 44). 쌍극자 탐사에 의한 해석 결과는 그림. 45 와 같다. 여기에서 D-2 축선 자료의 역산결과를 나타낸 단면상에 볼 때 대부분에 고비저항 값을 나타내는 기반암이 분포하고 있다. 그러나 특이한 저비저항대의 이상대가 측정번호 10 - 13번 사이의 구간, 심도 3 - 8m 부근에 발달되어 있는 것을 볼 수 있다.

다음 측정자료 D-3 와 D-4에서도 D-2측선의 탐사결과와 유사한 경향을 보여고 있다. 다만 D-4측선의 경우 우측 하단부(측점번호 20)의 심도 9 - 15m 부근에서도 저

(A)



(B)



(C)

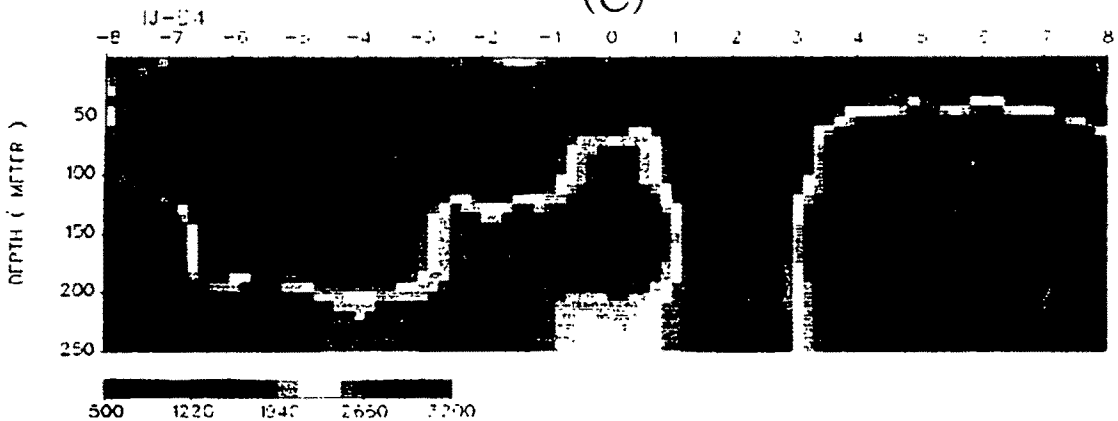


그림 42. 용수골 지구의 쌍극자 배열 전기 비저항 탐사 결과.
(측선명 IJ-D4, a=50m, n=10)
(A) 현장 측정 자료의 겉보기 비저항 가단면도.
(B) 계산된 이론 자료의 겉보기 비저항 가단면도.
(C) 역산 결과 해석된 2차원 진비저항 분포도.

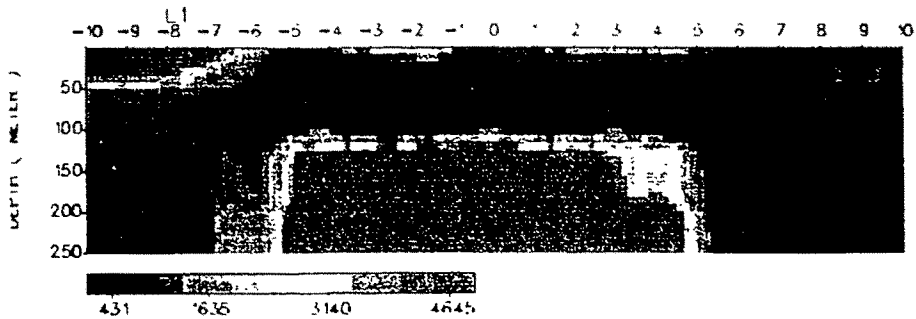
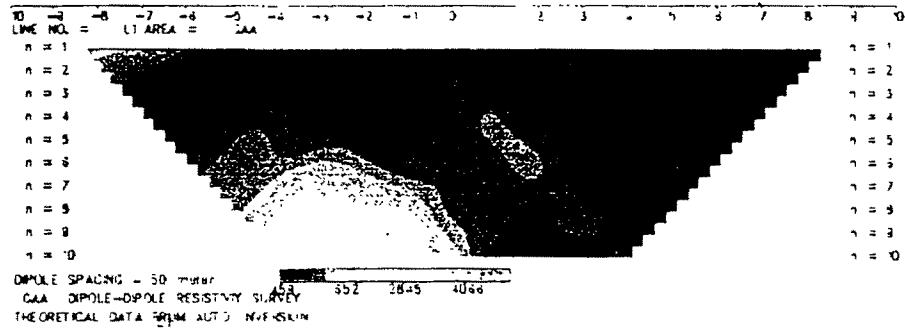
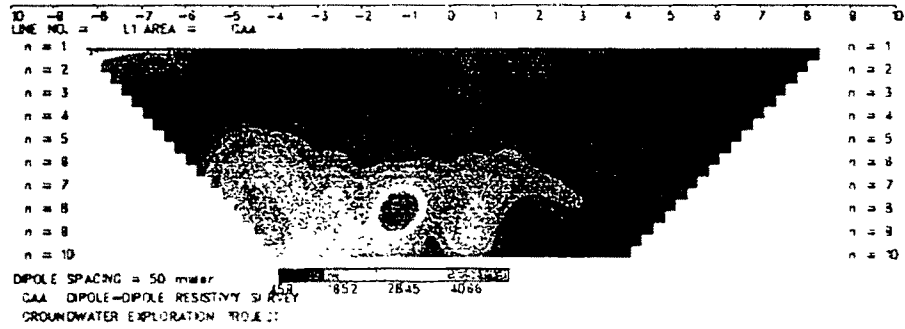


그림 43. 용수골 지구의 쌍극자 배열 전기비저항 탐사 결과
 (측선명 GA-D5, $a=5m$, $n=10$)
 (a) 현장 측정자료의 길보기 비저항 가단면도
 (b) 계산된 이론 자료의 길보기 비저항 가단면도
 (c) 역산결과 해석된 2차원 전기비저항 분포도

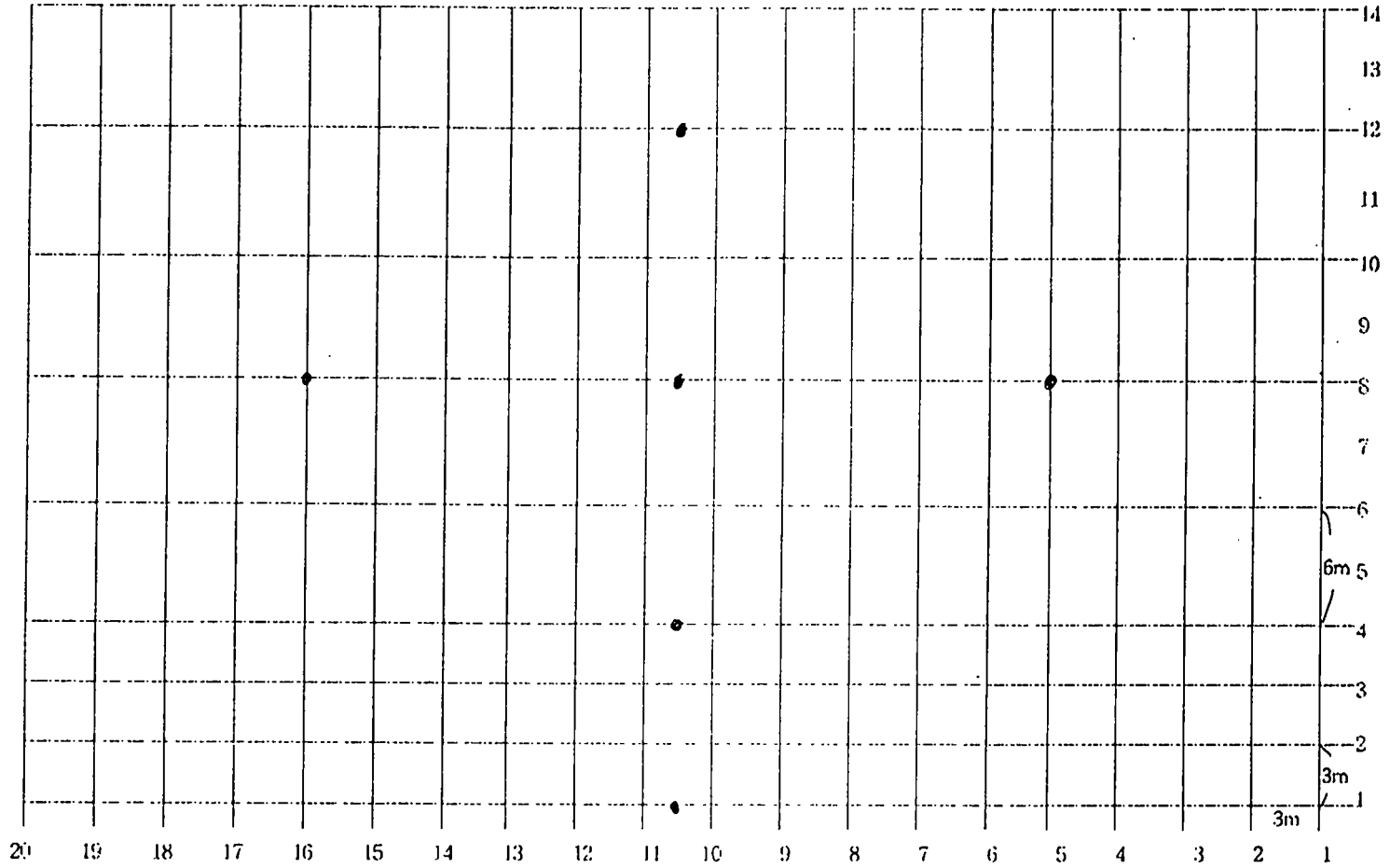


그림 44. 평창군 하안미지구 생극자담사 축선도 및 수적담사 위치도

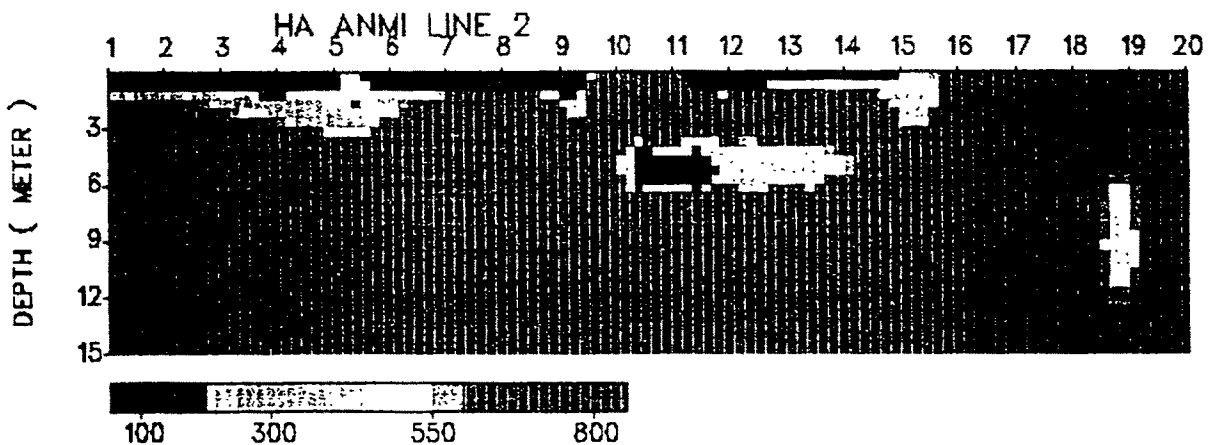
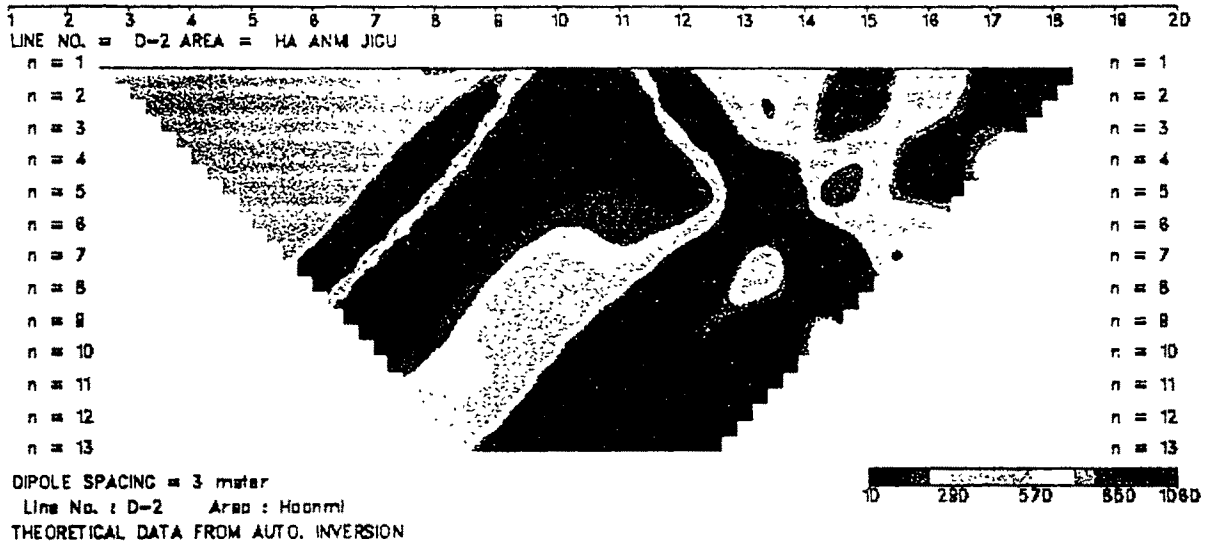
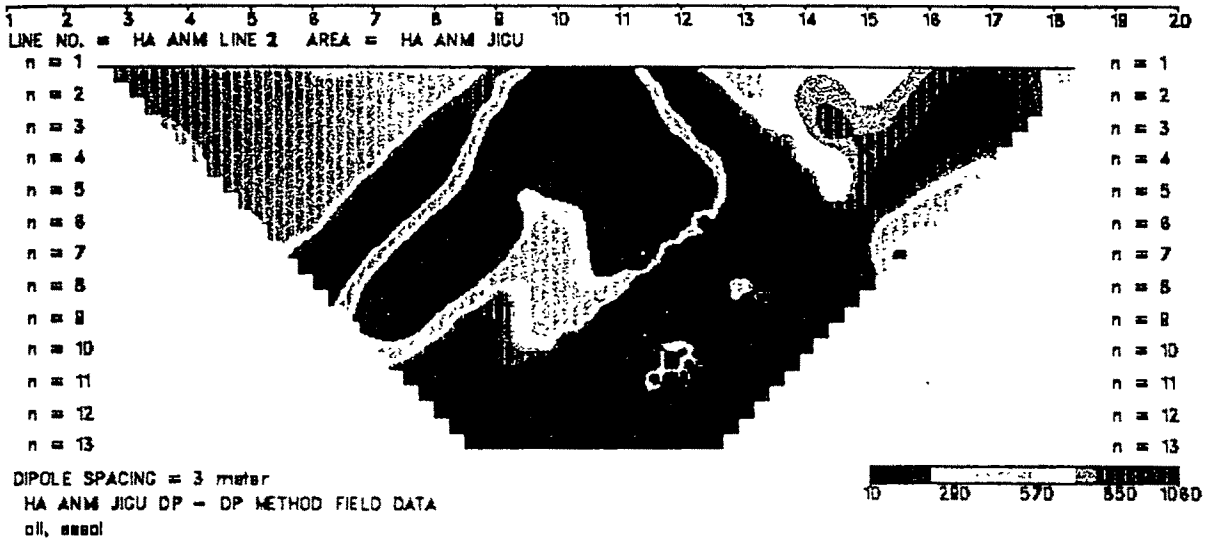
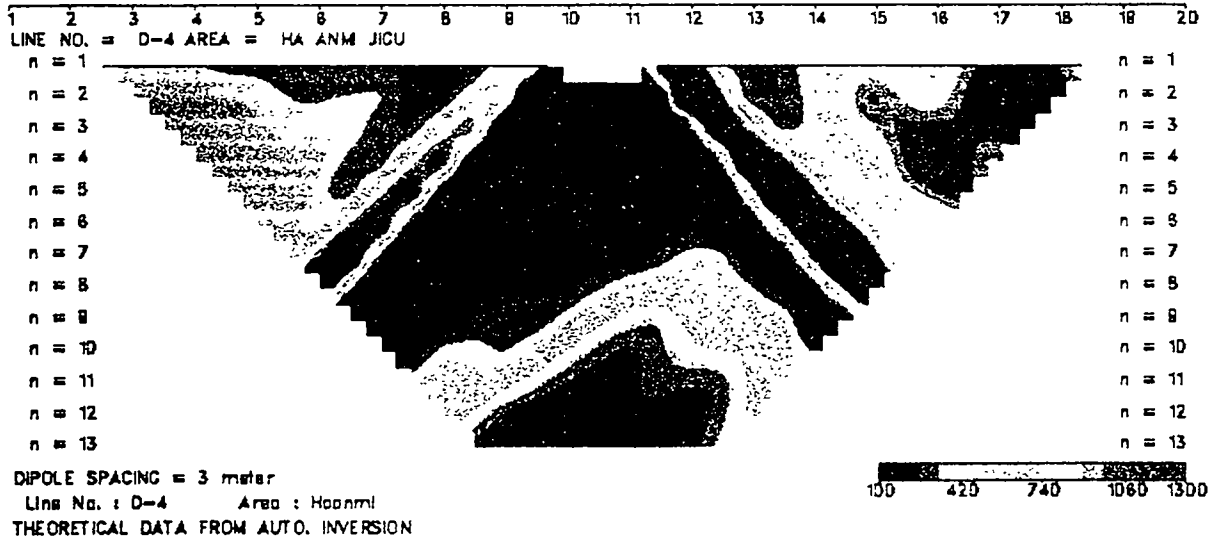
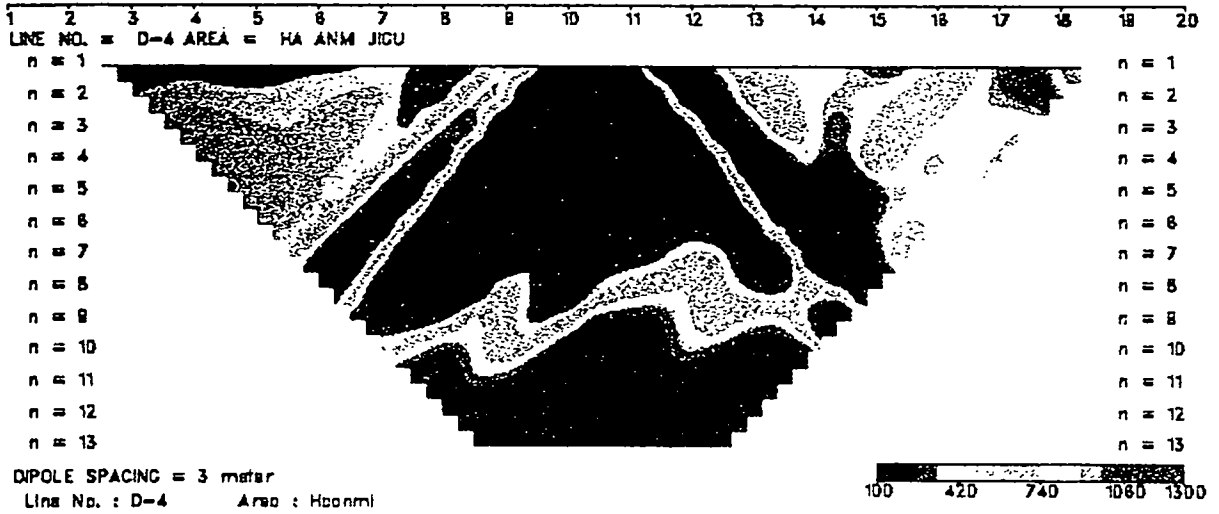
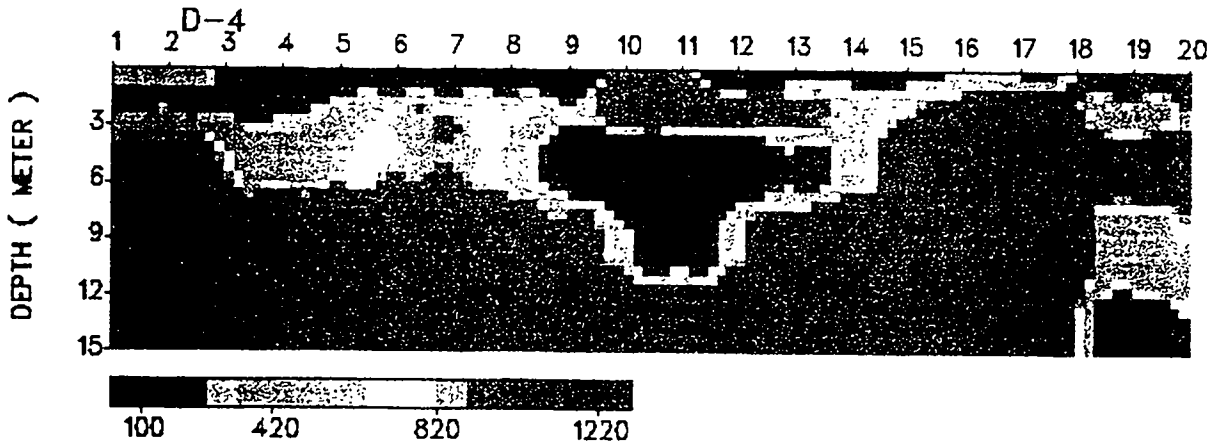


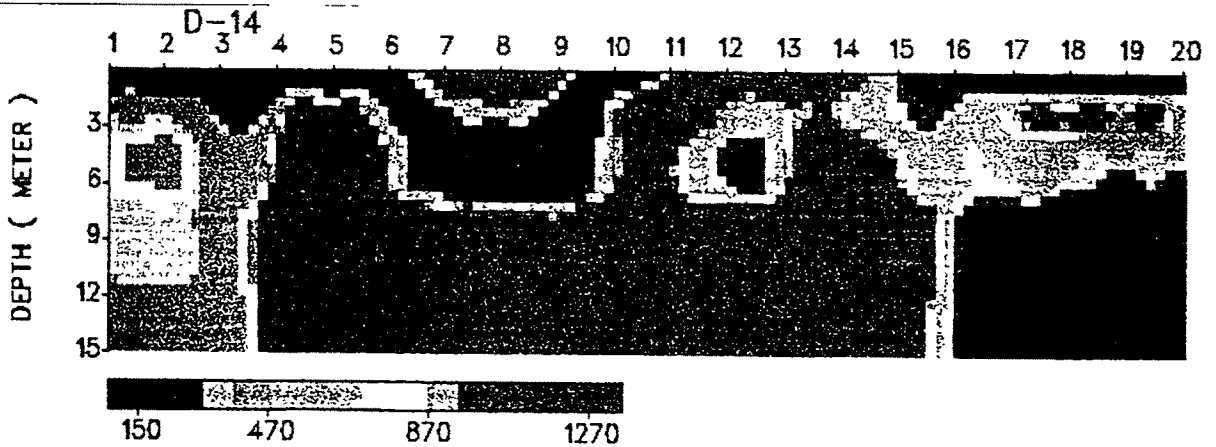
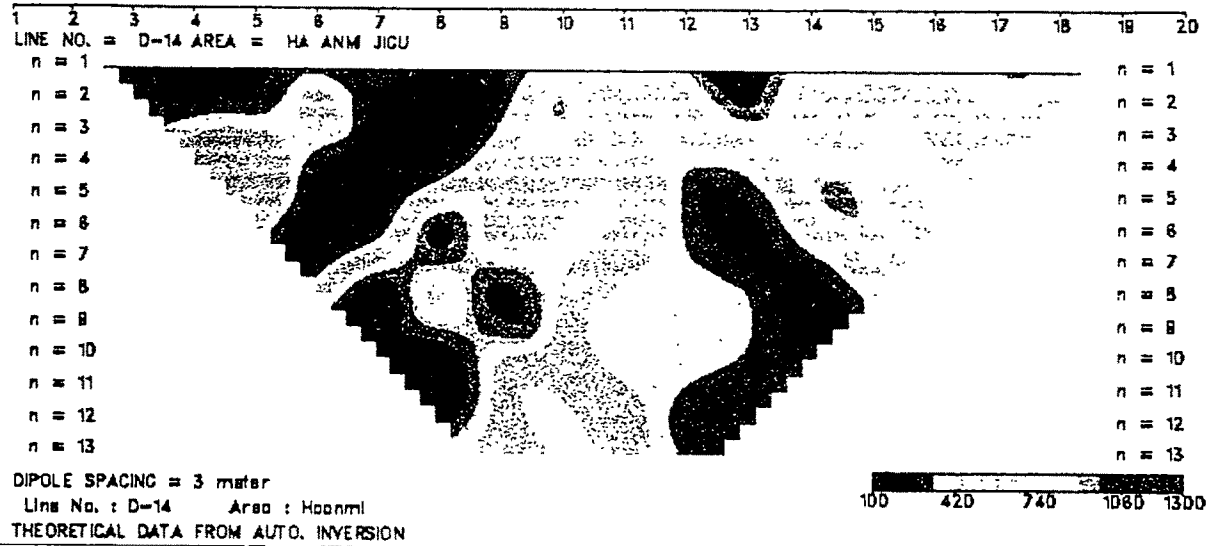
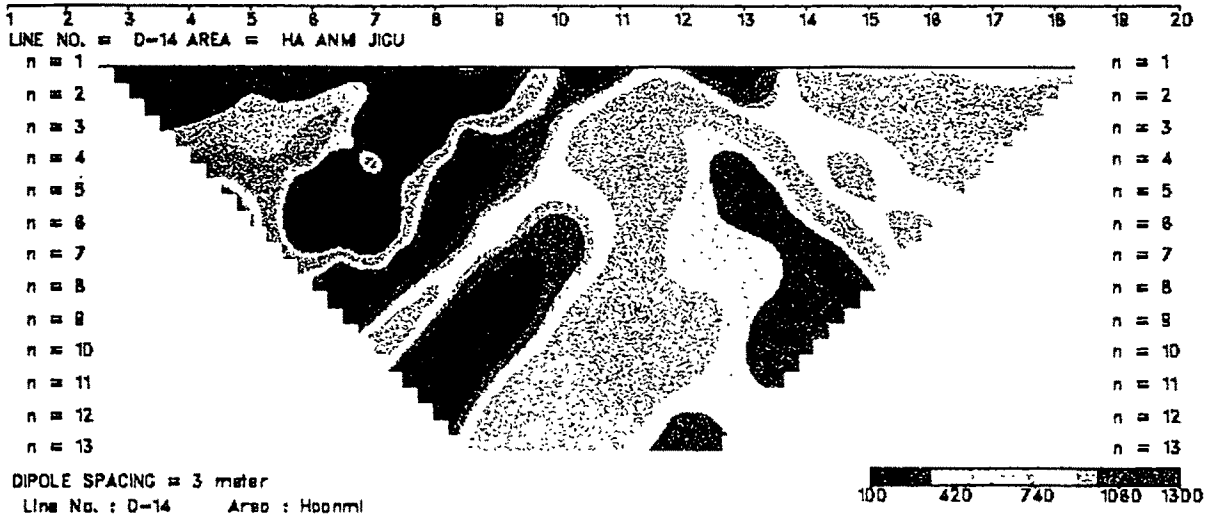
그림 45. 하안미지역 D-2 축선의 전기비저항 쌍극자 탐사 결과



THEORETICAL DATA FROM AUTO. INVERSION



하안미지역 D-4 축선의 전기비저항 쌍극자 탐사 결과



하안미지역 D-14 축선의 전기비저항 쌍극자 탐사 결과

비저항대의 이상대가 발달하기 시작하는 것이 나타난다. 이 부분의 저비저항대는 심도 6-15m 깊이에서 측선 D-14까지의 전 구간에 걸쳐 발달하고 있다. 이러한 저비저항대가 수평측선상으로 연속적으로 나타나고 있다는 것은 이러한 대수층일 가능성이 있는 이상대의 발달이 수평방향으로의 연장성 또한 매우 양호하다는 것을 나타내는 것이다.

N-S방향의 쌍극자 탐사 결과를 cross check하기 위하여 이에 수직하는 측선(E-W 방향)을 설정하여 3측선의 탐사를 실시 하였다. 여기에서 측선 VD-1, VD-10 및 VD-20의 측선길이는 40m, 측정간격 3m로 측정하였다 (그림. 46 a, b, c).

이렇게 하여 얻어진 자료를 비교해 볼 때 E-W방향의 측선 VD-20의 심도 6 - 15m 구간의 저비저항 분포대가 발달하고 있으며 이것은 N-S방향의 탐사 결과와 매우 잘 일치하고 있음을 보여준다.

한편 하안미 지역에서는 수평착정개발전 및 개발후의 쌍극자탐사 실시로 그 결과를 비교하여 여타 석회암 지역 등에서의 공동대 탐사 방법의 적용가능성 여부를 확인하고자 하였다. 탐사전 및 후의 측선은 그림. 47 과 같다.

탐사 결과 같은 위치에서의 대체적인 전기비저항 분포도는 매우 일치하게 나타난다. 다만 수평착정에 의한 개발전의 탐사자료와 비교할 때 다소 차이가 있는 것은 우기(7월)와 갈수기(11월)의 대수층내 수량의 변화에 따른 차이로 생각된다. 그림 ()의 단면도에서 제 1호공의 착정위치는 측정번호 8번 부근에서 탐사측선에 E-W방향으로 시추되었으며, 제 2호공은 측정번호 9번에 해당하는 지점에서 N50E의 방향으로 시추하였다. 이러한 인위적인 시추공을 어떠한 암반 내에서의 공동대라고 가정하고 현재 우리가 알고 있는 방향 및 심도의 공동대의 탐지를 검증하고자 하였다. 탐사 결과 수평착정 시행 후의 현장 측정결과 측정번호 8번 부근에서 인위적인 착정(제 1호공)에 의한 공동대가 확인 되었으며 이는 시추공의 방향 및 심도와도 일치하는 결과를 나타냈다. 그러나 2호공에서는 1호공과 같이 원형의 뚜렷한 공동대의 형태가 나타나지는 않았다. 이 것은 1호공에 비하여 수량이 매우 풍부한 상태의 공으로 지하수가 시추공 주

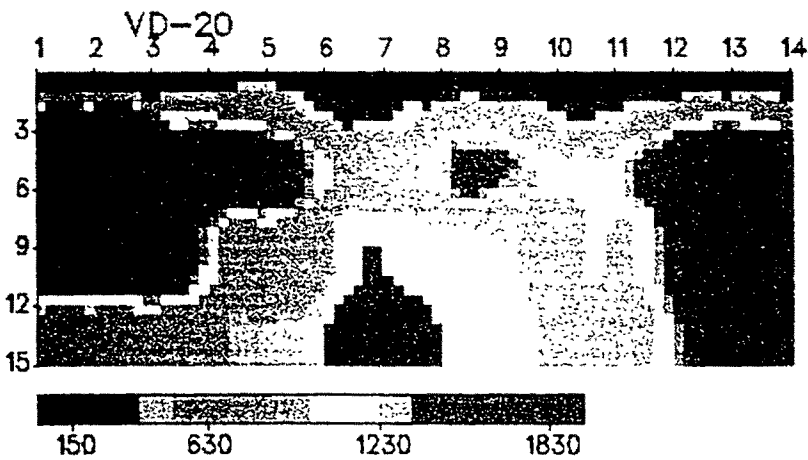
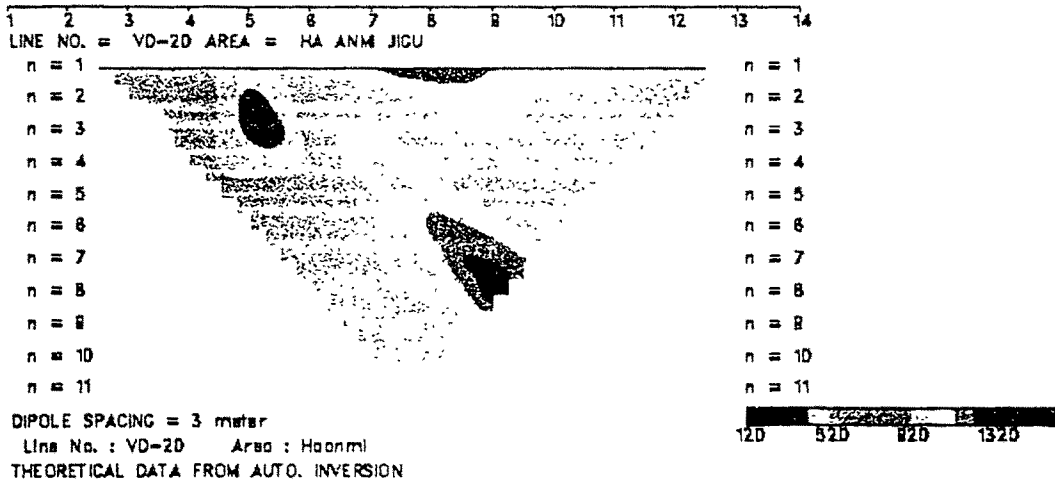
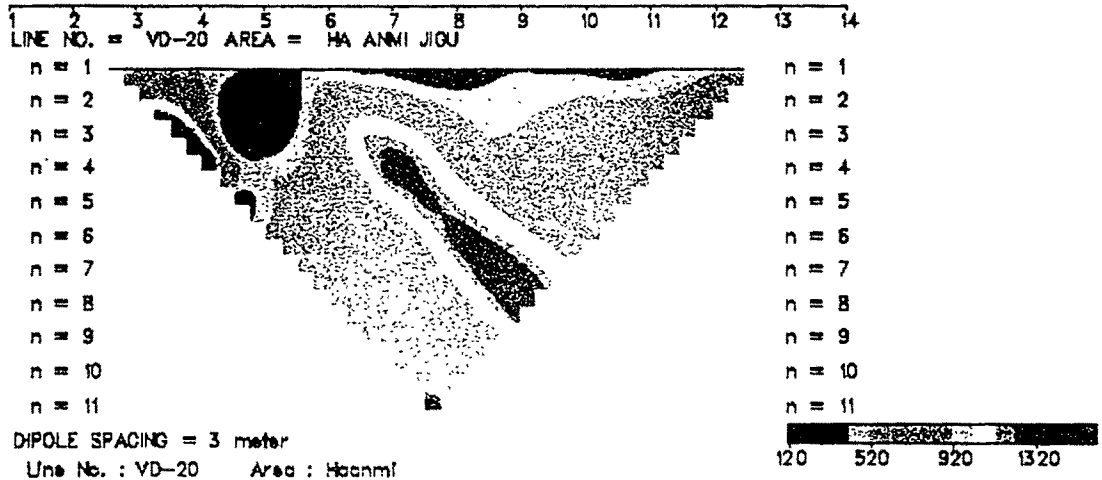


그림46. 하안미지역 VD-20 축선의 전기비저항 쌍극자 탐사 결과

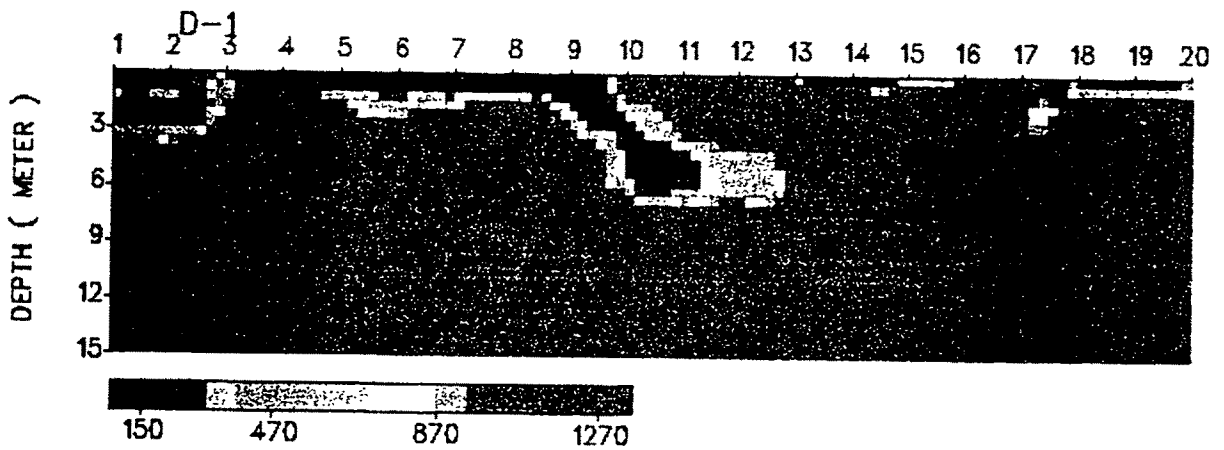
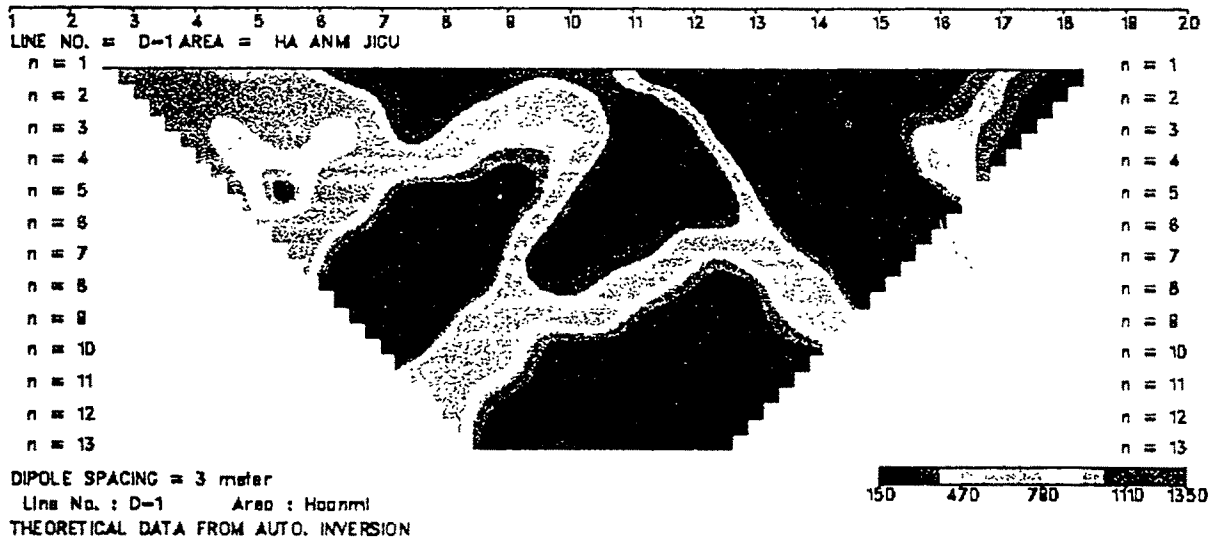
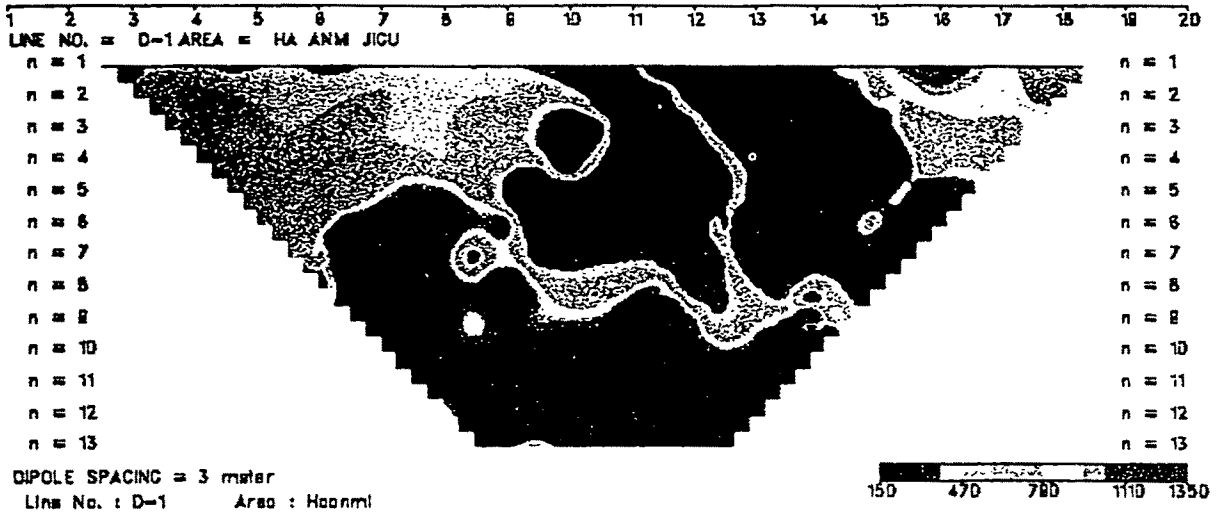
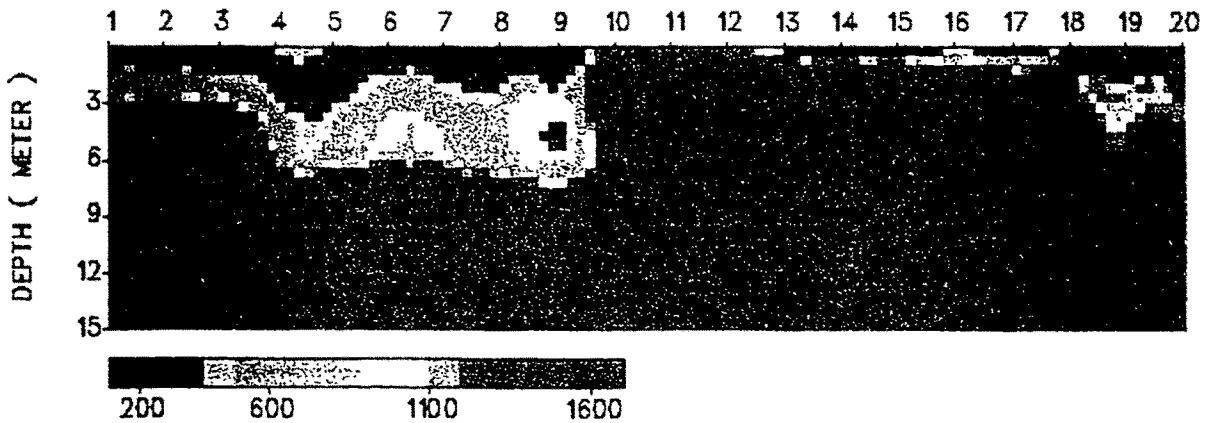
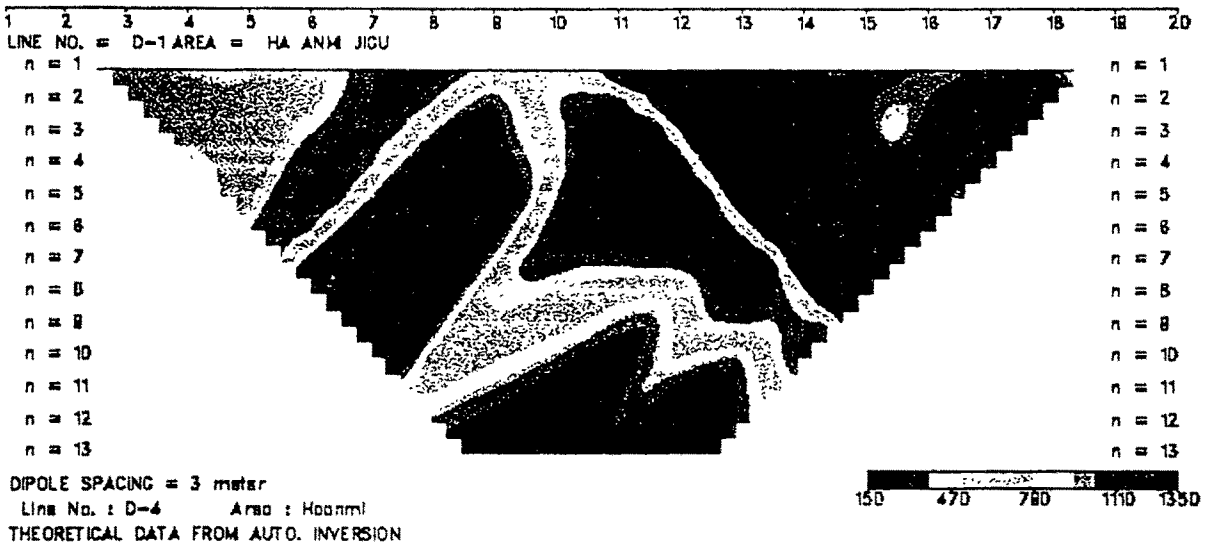
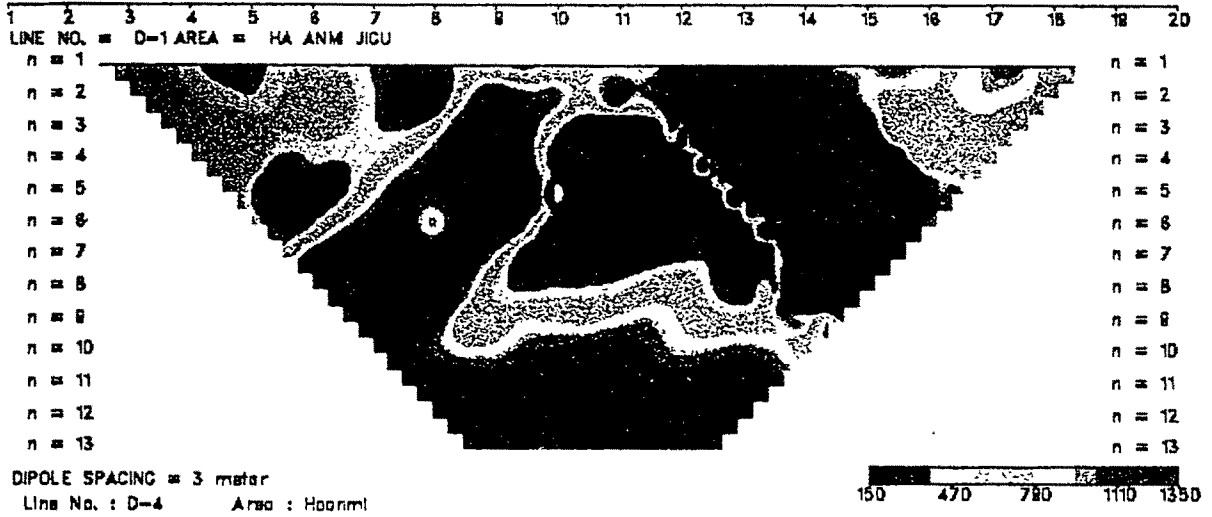


그림 47-A. 하안미 지구 전기비지향 쌍극자 배열 전기비지향 탐사 결과
(수평차정 시행 후, 측선번호 D-1, a=3m, n=13)



림 47-B. 하안미 지구 전기비저항 쌍극자 배열 전기비저항 탐사 결과
(수평확정 시행 후, 측선번호 D-4, a=3m, n=13)

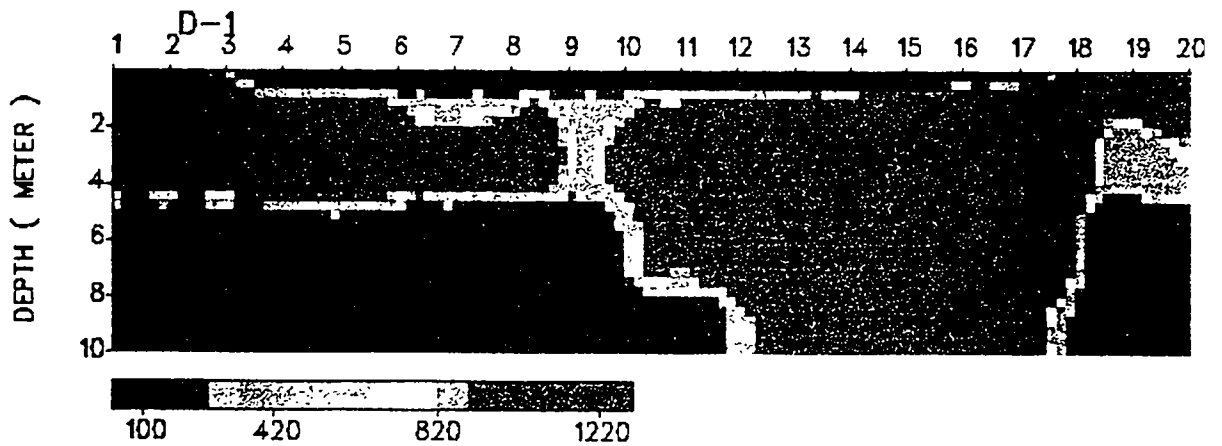
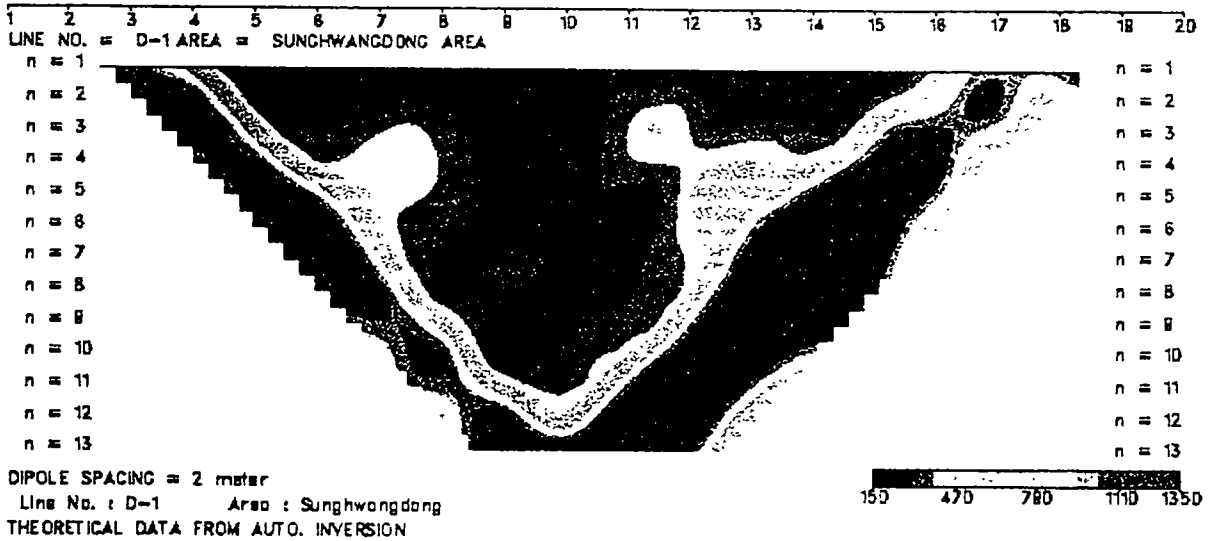
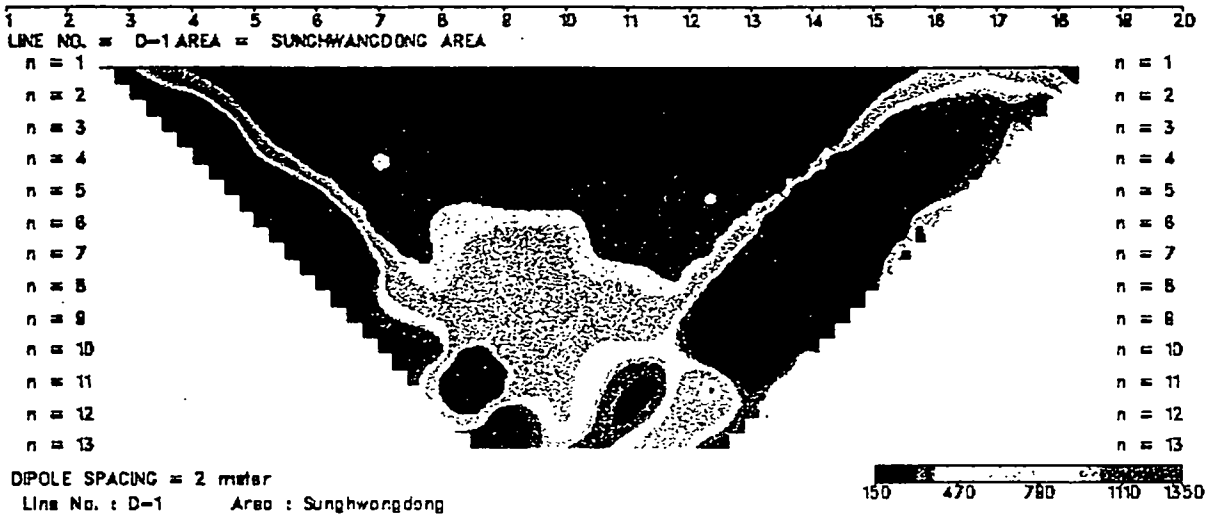


그림 48. 성황동 지구 전기마지향 쌍극자 배열 전기마지향 탐사 결과(a=2m, n=13)

변의 질리등으로 다소 폭넓게 퍼져 있기 때문인 것으로 해석된다.

이러한 결과로 볼 때 석회암 지역에서도 여러 가지 조사방법을 이용하여 충분한 조사를 실시 한다면 수평착정에 의한 다량의 지하수 개발이 가능할 것이다.

라. 성황동 지역

성황동지역은 전반적으로 석회암 지대로서 축선의 방향은 N-S방향으로 1축선을 실시하였으며, 길이 40m, 축점간격 2m로 설정하여 실시하였다. 쌍극자탐사결과 비교적 천부에서는 지표수의 영향에 의한 저비저항대가 나타나며, 심도 5m이하에서도 비교적 폭넓은 저비저항대의 이상대가 관찰된다. 그림. 48 의 수직단면도상에서 축점번호 9번 위치에는 양수량 약 10톤/일 정도의 샘이 분포하고 있는 데 이는 탐사 결과에서 볼 때 이 지역이 석회암 지역인 것을 감안 한다면 지하의 석회암 공동대에서 소규모의 열극대를 따라 용출되는 용천일 가능성이 높으며 이러한 곳을 대상으로 수평착정을 실시한다면 많은 양의 용수가 확보될 수 있을 것으로 해석된다.

4. 수직 탐사

슬럼버저 배열법은 중심점 0에 대하여 P_1 , P_2 전위 전극을 고정시키고 전류 전극을 C_1 , C_2 를 중심점에 대하여 대칭 관계를 유지 하면서 점차 확대하여 겉보기 비저항을 측정하는 방법으로 이 수직탐사는 전기 비저항의 지표로부터 수직적 변화 상태를 탐지하여 대상체의 심도를 확인하는 탐사 방법으로 축선 배열방법은 아래 그림과 같다.

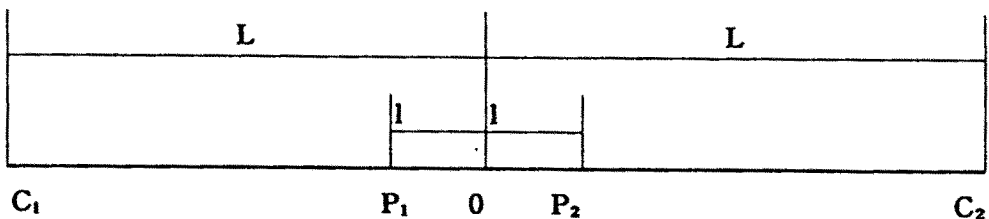


그림. 49 Schlumberger 배열

Schlumberger 배열에 의한 수직탐사는 전기 비저항 쌍극자(Dipole -Dipole method) 탐사 결과 저비저항 이상대가 나타나는 지점을 선정하여 지하 하부의 수직적인 변화 양상을 확인하였다.

전기 비저항 수직 탐사에서 획득된 각 측선별 현장 자료를 입력하여 수치 역산법을 이용하여 2차원 자동 역산을 수행한 결과로써 지하의 진비저항 분포를 측정 및 심도별로 단면상에 도시하였다. 이 자료를 수평 시추조사 자료와 비교 분석한다.

일부 조사 지역은 산의 경사가 급하며 도로가 인접하고 국도변으로서 차량 통행이 계속됨으로 Half - Schlumberger(Pole - Dipole) 법 배열에 의한 조사가 병행되었다. 이러한 수직탐사 방법은 좁은 계곡 및 도로 인접 부분에서는 지하의 비저항 탐사에 도움이 되었다.

수직 탐사는 쌍극자 배열 전기 비저항 탐사 자료로부터 지하수 부존 가능성이 높은 지점을 그 대상으로 하였다.

가. 대관령지역

대관령지역 측정 S-1, S-2, S-5, S-6, S-7, S-11, S-12 (그림. 50)의 겹보기 비저항 값은 심도에 따라 점진적으로 증가하는 경향을 나타내는 것으로 보아 신선한 암반층이 존재하며, 지하수 부존과 연관된 파쇄대의 발달은 불량한 것으로 나타난다.

측점 S-3, S-8, S-9, S-10은 각각 50m, 100m 심도에서 저비저항 분포를 나타내는 것으로 보아 소규모 절리나 함수파쇄대의 발달이 예상된다. 측정 S-4는 20m와 120m 심도에서 저비저항 분포대를 나타내는 것으로 보아 소규모 절리나 함수파쇄대의 발달이 예상된다.

나. 용수골지역

용수골지역의 수직탐사 결과는 그림. 51 과 같다. 용수골 지구 측정 IJ-S1 및 IJ-S2의 겹보기 비저항값은 심도에 따라 점진적으로 증가하는 경향을 나타냈다. 역산 결

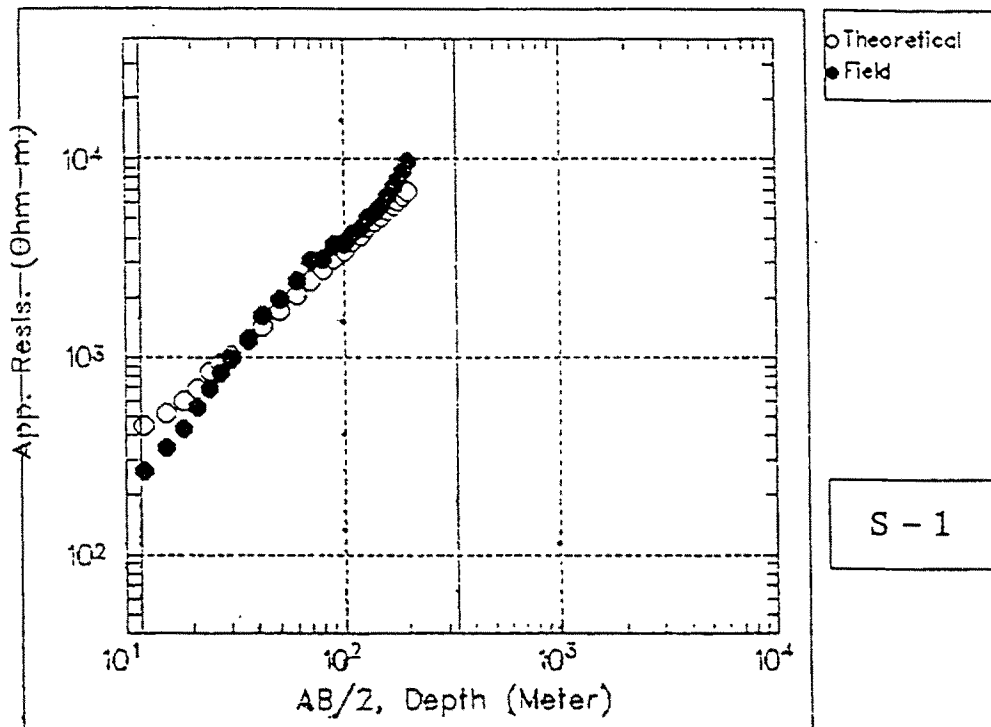
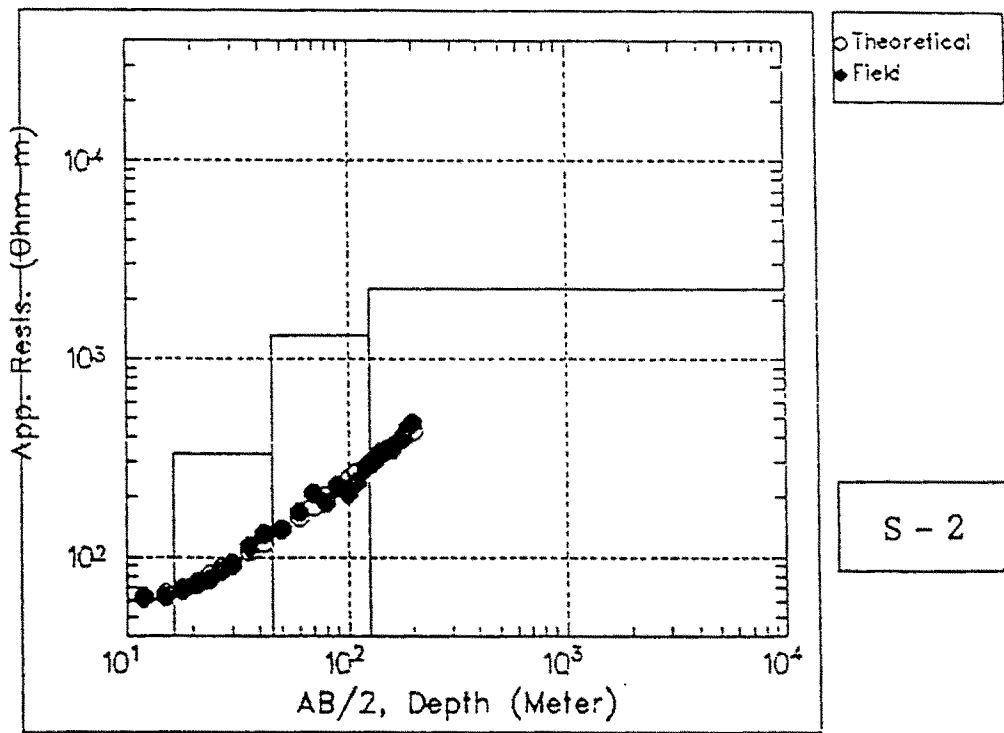


그림 50. 대관령 지구의 수직탐사 결과

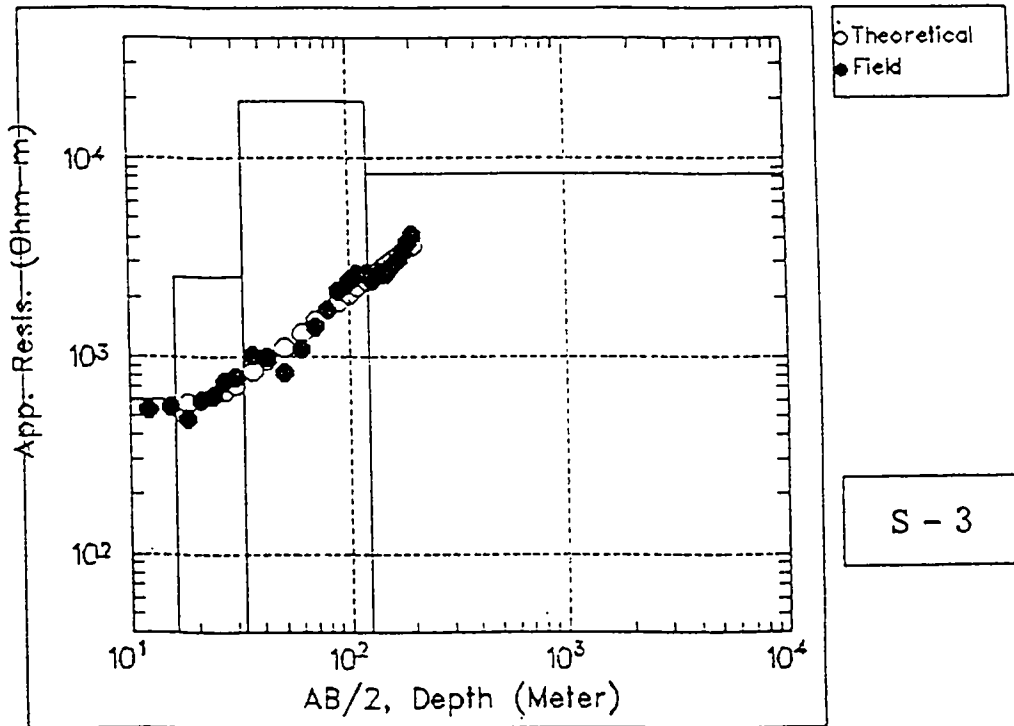
Final inverted model

No.	Resistivity	Thickness	Depth
1	345	0.9	0.0 – 0.9
2	606	1.4	0.9 – 2.2
3	110	2.5	2.2 – 4.7
4	1582	2.0	4.7 – 6.7
5	20222	4.8	6.7 – 11.6
6	978133	319.1	11.6 – 330.7
7	40187		330.7 –



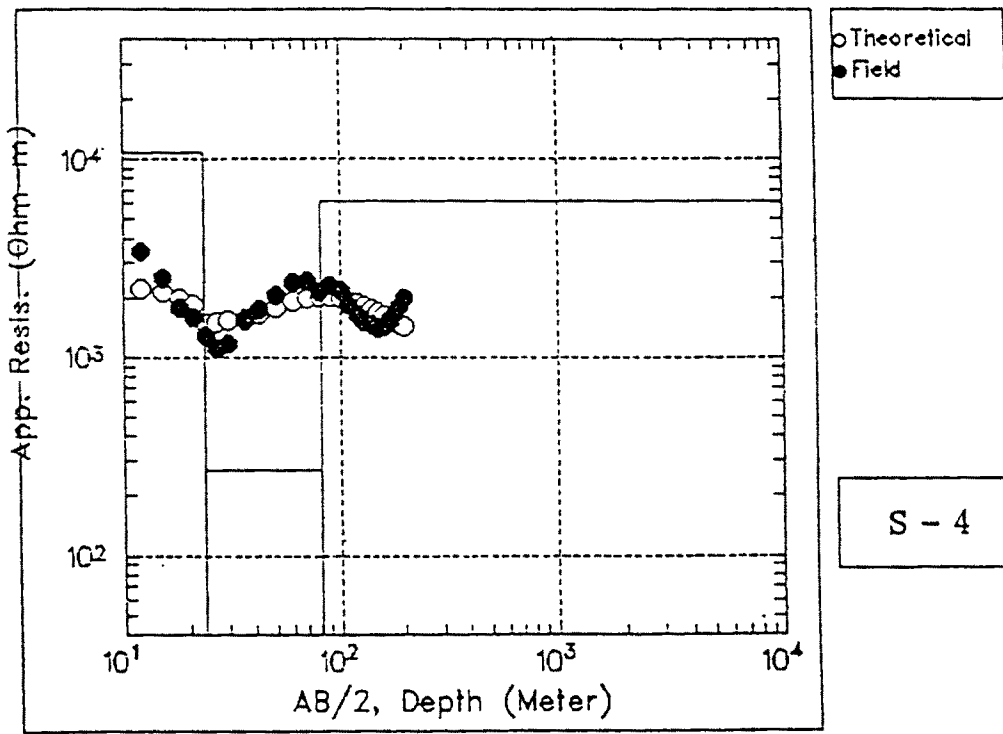
Final inverted model

No.	Resistivity	Thickness	Depth
1	114	1.1	0.0 – 1.1
2	49	2.0	1.1 – 3.1
3	58	5.4	3.1 – 8.5
4	61	7.8	8.5 – 16.3
5	332	28.9	16.3 – 45.2
6	1300	80.7	45.2 – 125.9
7	2269		125.9 –



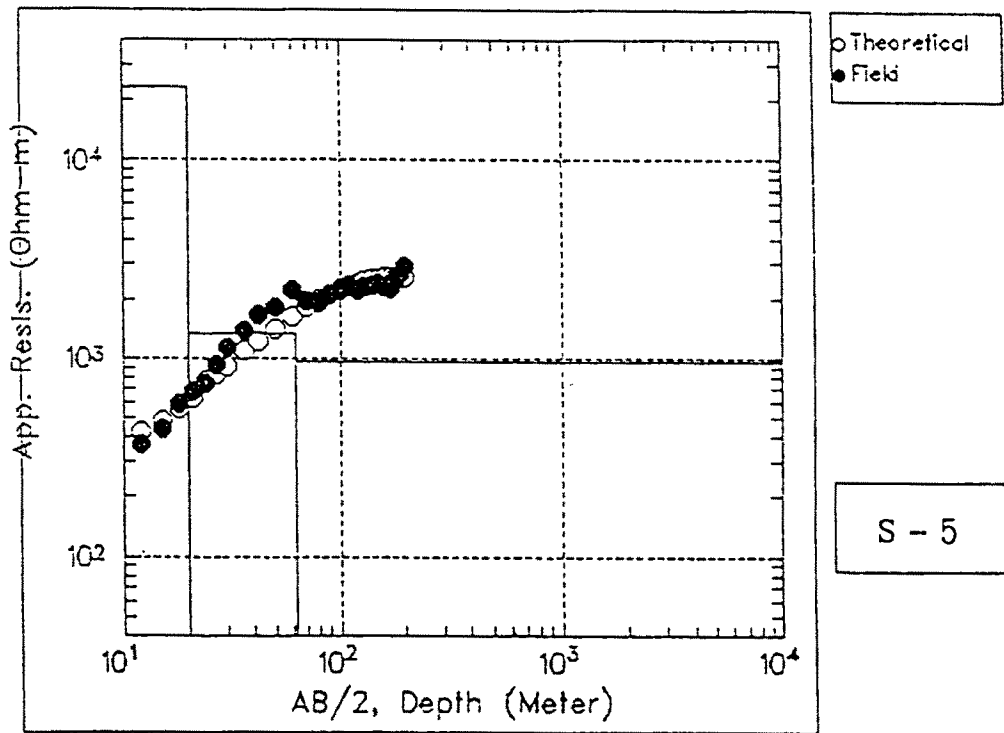
Final inverted model

No.	Resistivity	Thickness	Depth
1	376	1.1	0.0 - 1.1
2	1492	1.9	1.1 - 3.0
3	247	4.6	3.0 - 7.6
4	610	8.1	7.6 - 15.7
5	2508	17.0	15.7 - 32.7
6	19103	90.7	32.7 - 123.4
7	8379		123.4 -



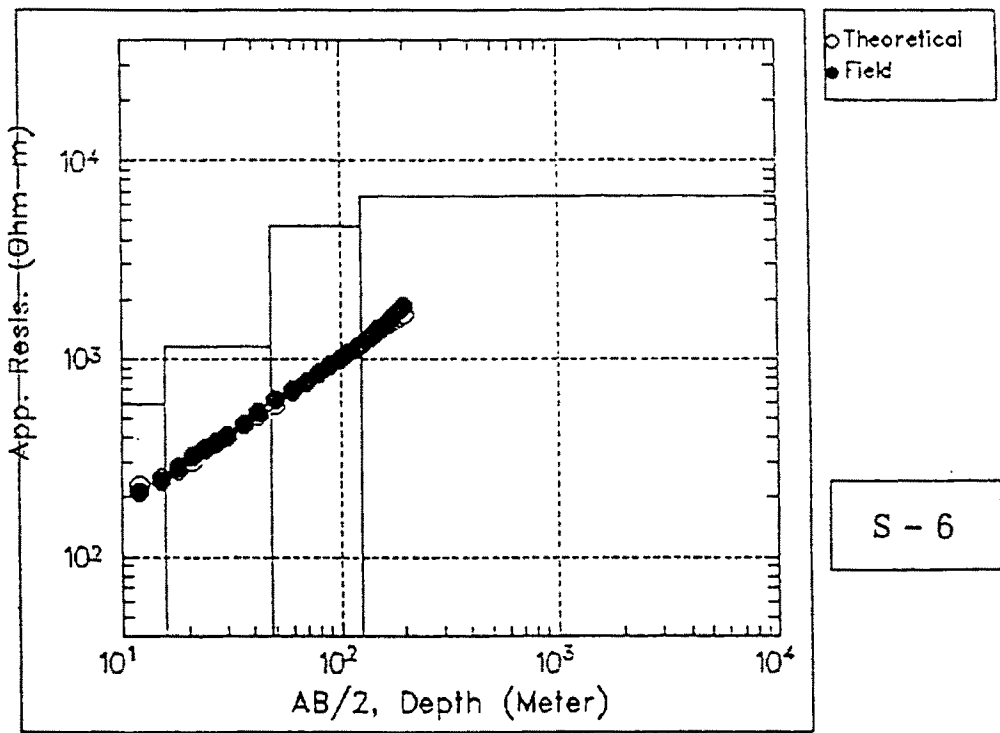
Final inverted model

No.	Resistivity	Thickness	Depth
1	828	0.9	0.0 – 0.9
2	11305	1.5	0.9 – 2.4
3	3138	1.2	2.4 – 3.6
4	297	5.0	3.6 – 8.6
5	10756	15.1	8.6 – 23.7
6	272	58.2	23.7 – 81.8
7	6080		81.8 –



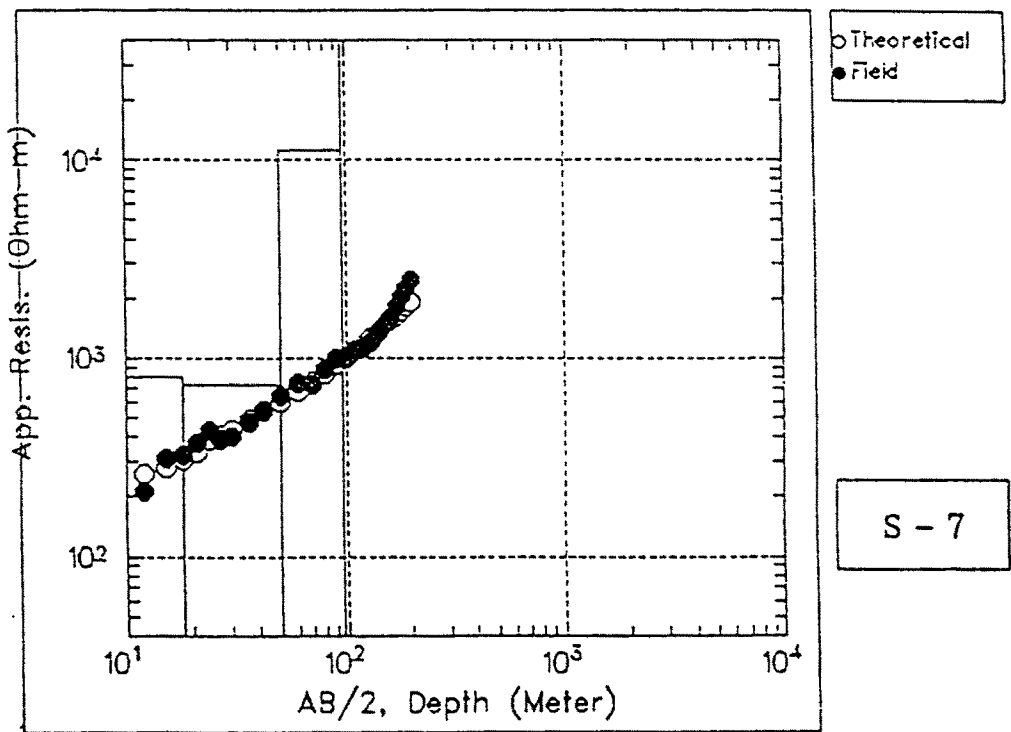
Final inverted model

No.	Resistivity	Thickness	Depth
1	38	0.9	0.0 – 0.9
2	136	0.6	0.9 – 1.5
3	963	1.0	1.5 – 2.5
4	9073	2.9	2.5 – 5.4
5	23085	14.5	5.4 – 19.9
6	1343	42.4	19.9 – 62.4
7	959		62.4 –



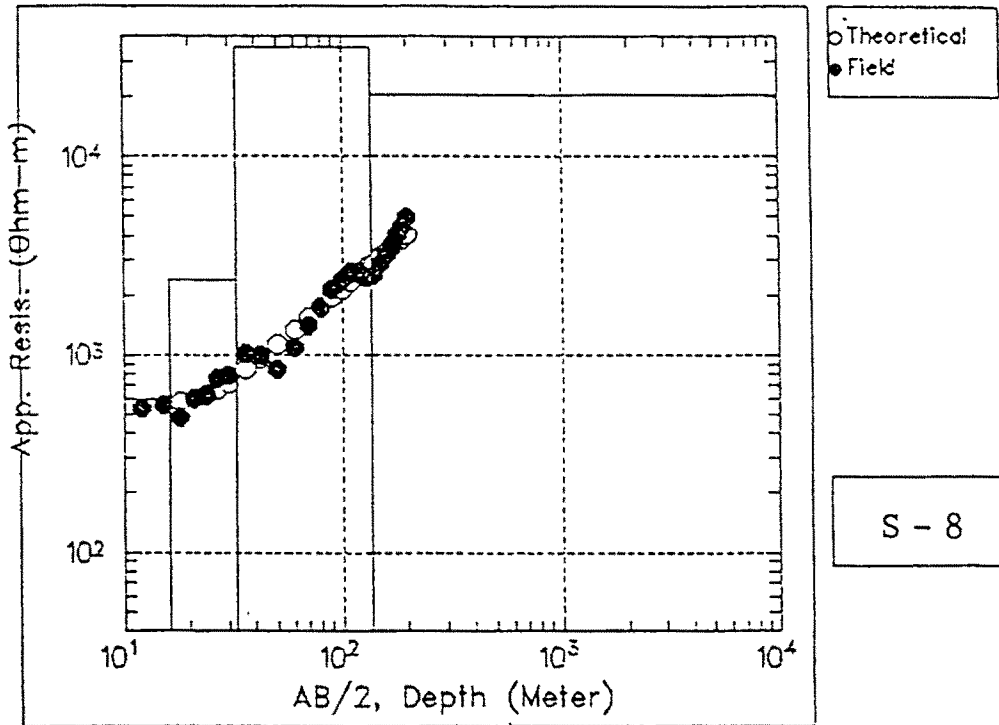
Final inverted model

No.	Resistivity	Thickness	Depth
1	825	1.4	0.0 – 1.4
2	162	1.6	1.4 – 3.1
3	132	4.3	3.1 – 7.4
4	589	8.1	7.4 – 15.5
5	1151	32.6	15.5 – 48.1
6	4629	77.4	48.1 – 125.5
7	6560		125.5 –



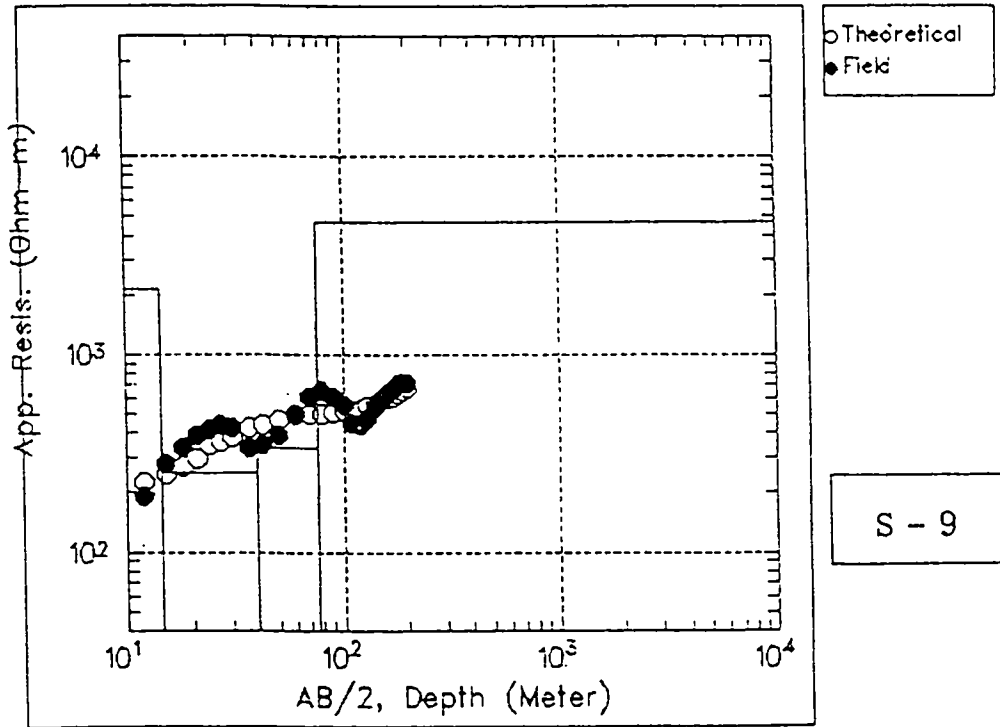
Final inverted model

No.	Resistivity	Thickness	Depth
1	828	1.5	0.0 – 1.5
2	129	1.7	1.5 – 3.2
3	165	4.0	3.2 – 7.2
4	800	10.9	7.2 – 18.1
5	734	32.2	18.1 – 50.3
6	11122	46.3	50.3 – 96.6
7	40201		96.6 –



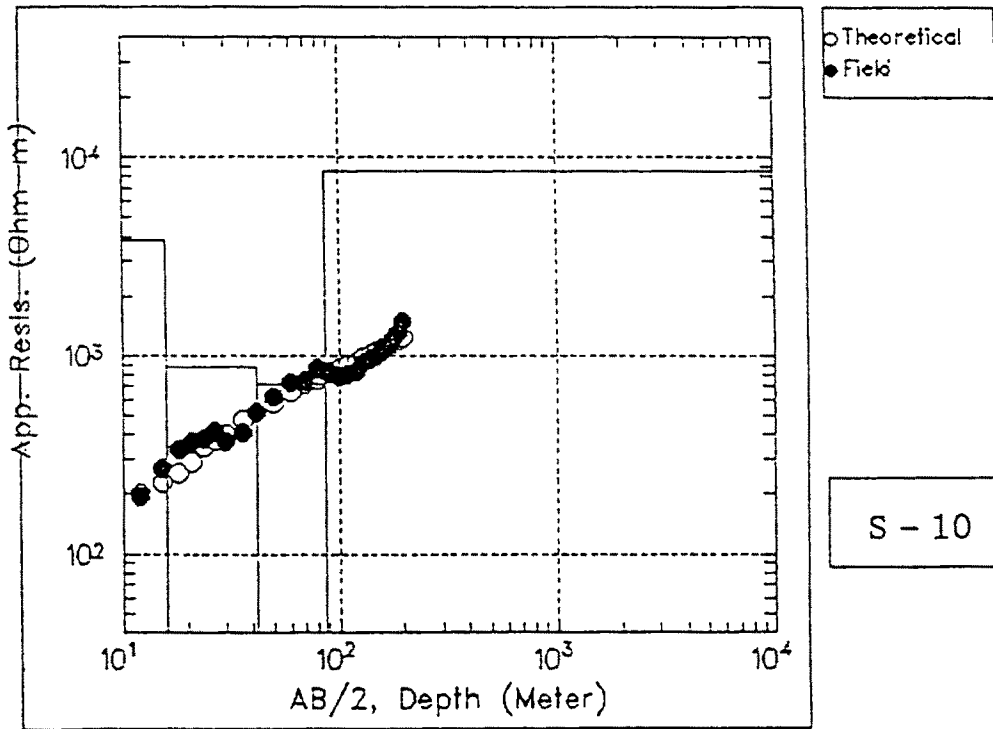
Final inverted model

No.	Resistivity	Thickness	Depth
1	381	1.1	0.0 – 1.1
2	1467	1.9	1.1 – 3.0
3	254	4.7	3.0 – 7.7
4	600	8.5	7.7 – 16.1
5	2380	16.5	16.1 – 32.7
6	35131	102.8	32.7 – 135.5
7	20345		135.5 –



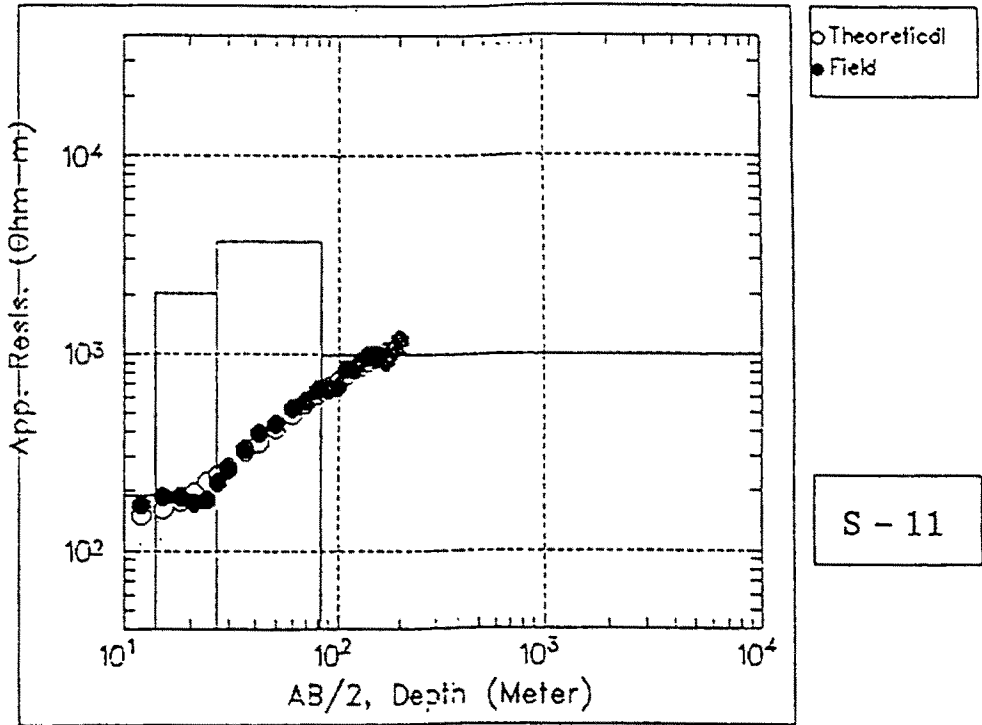
Final inverted model

No.	Resistivity	Thickness	Depth	
1	249	3.2	0.0 –	3.2
2	47	1.3	3.2 –	4.5
3	104	1.2	4.5 –	5.7
4	2143	8.6	5.7 –	14.3
5	251	25.0	14.3 –	39.4
6	333	37.3	39.4 –	76.7
7	4708		76.7 –	



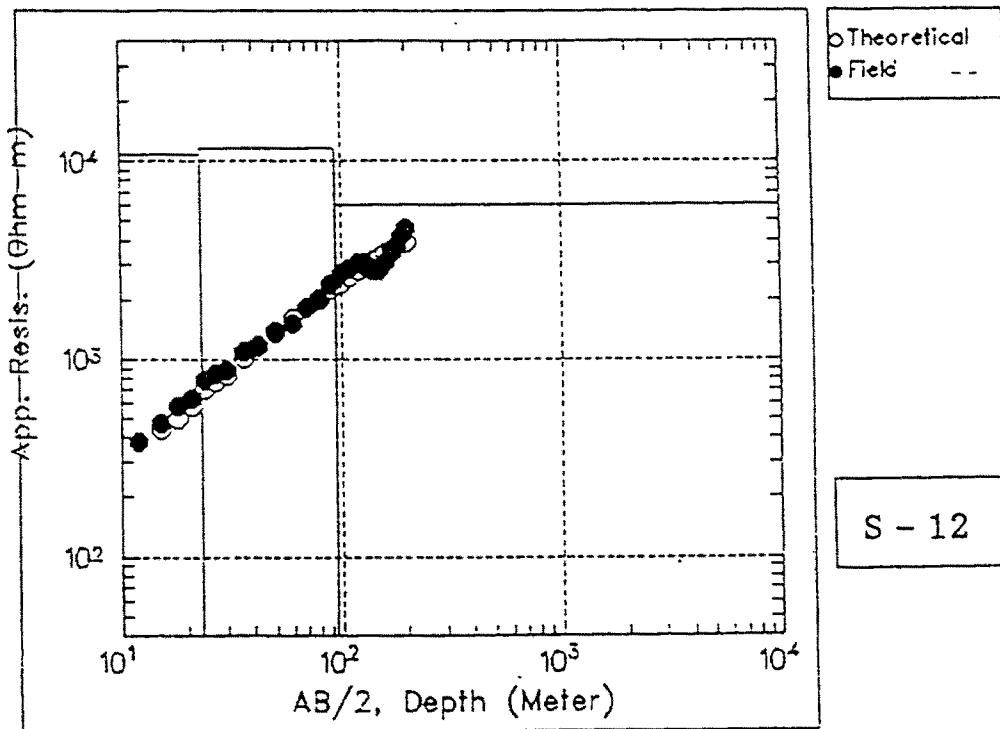
Final inverted model

No.	Resistivity	Thickness	Depth
1	151	3.4	0.0 – 3.4
2	57	1.7	3.4 – 5.2
3	158	1.2	5.2 – 6.4
4	3839	9.4	6.4 – 15.7
5	885	26.4	15.7 – 42.2
6	724	44.7	42.2 – 86.8
7	8523		86.8 –



Final inverted model

No.	Resistivity	Thickness	Depth.
1	719	2.2	0.0 – 2.2
2	519	0.8	2.2 – 3.0
3	66	4.1	3.0 – 7.1
4	192	6.7	7.1 – 13.9
5	2039	12.7	13.9 – 26.5
6	3668	56.2	26.5 – 82.8
7	977		82.8 –



Final inverted model

No.	Resistivity	Thickness	Depth
1	35	1.0	0.0 – 1.0
2	188	0.7	1.0 – 1.6
3	1124	1.2	1.6 – 2.8
4	4954	3.6	2.8 – 6.5
5	10824	16.6	6.5 – 23.1
6	11624	71.5	23.1 – 94.6
7	5974		94.6 –

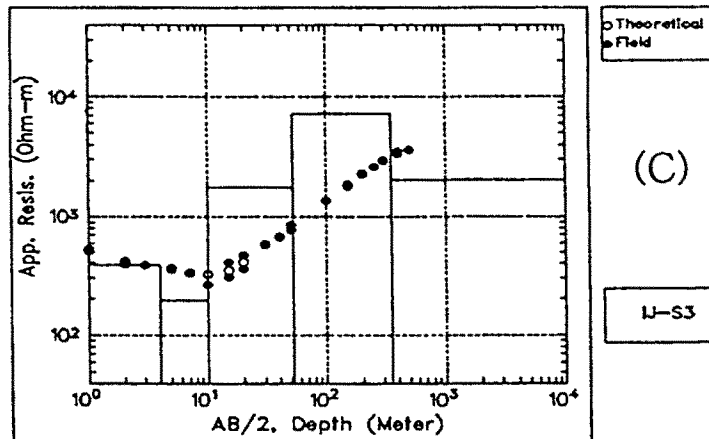
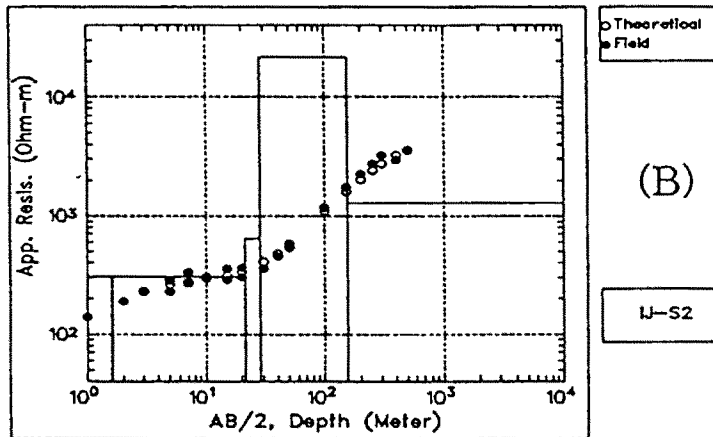
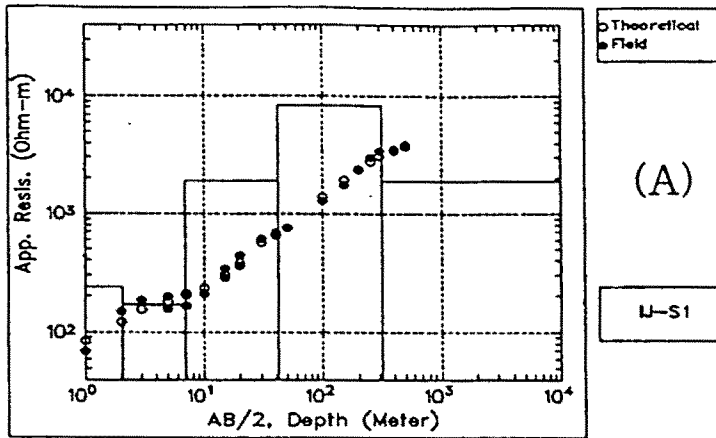
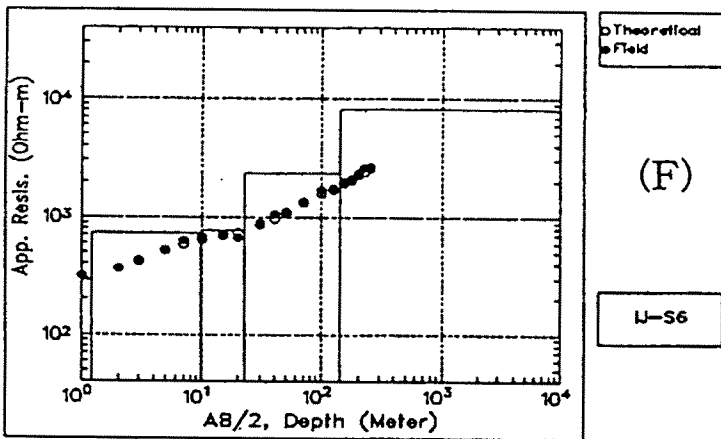
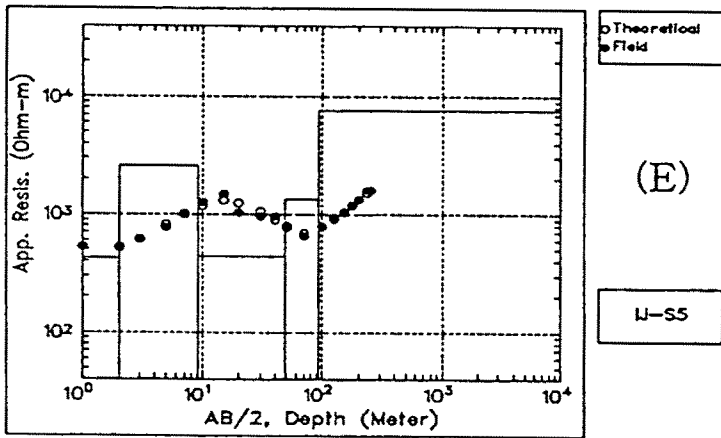
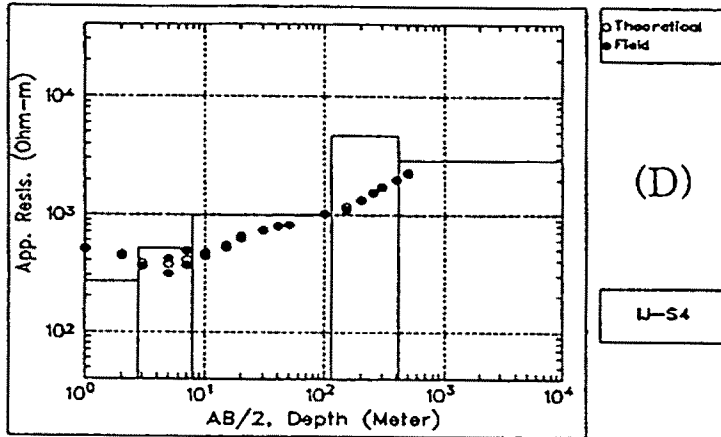
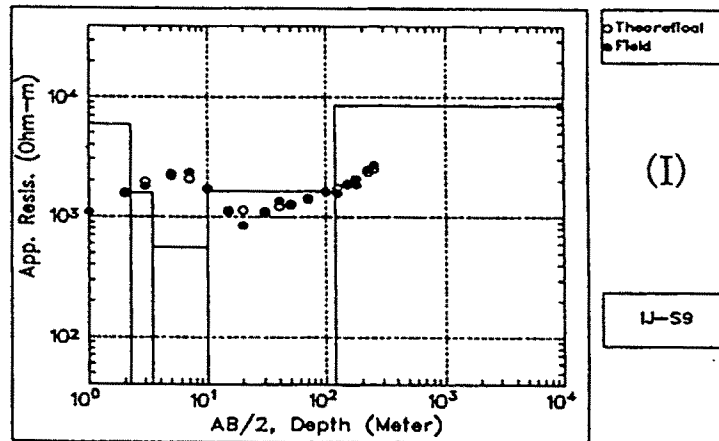
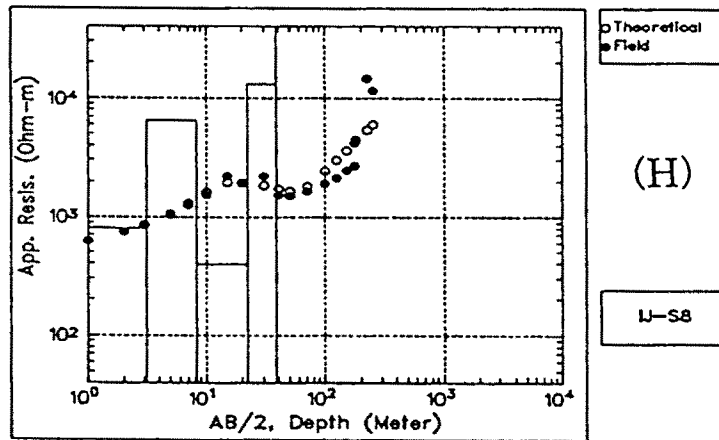
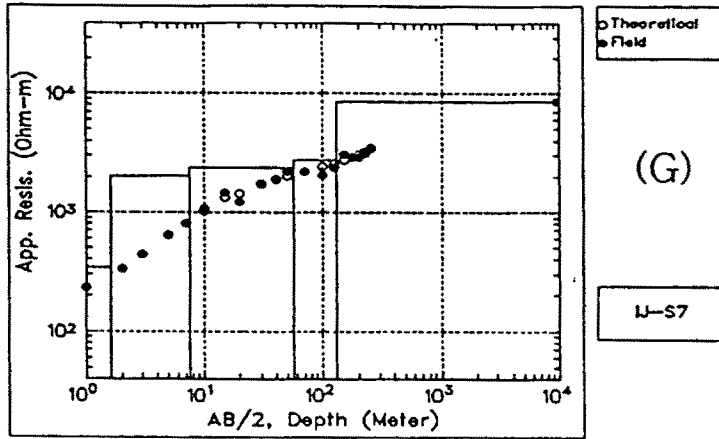
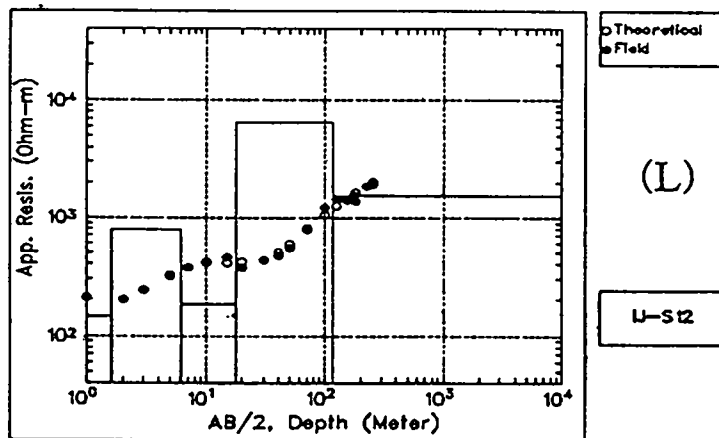
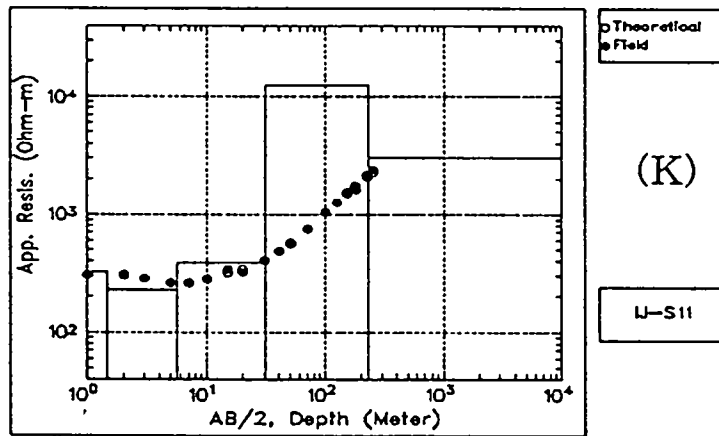
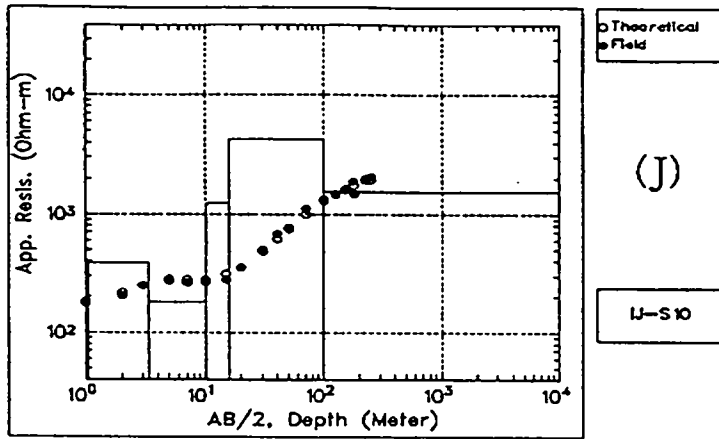


그림 51-a. 용수골 지구의 수직탐사 결과

(A)측점 IJ-S1 (B)측점 IJ-S2 (C)측점 IJ-S3 (D)측점 IJ-S4
 (E)측점 IJ-S5 (F)측점 IJ-S6 (G)측점 IJ-S7 (H)측점 IJ-S8
 (I)측점 IJ-S9 (J)측점 IJ-S10 (K)측점 IJ-S11 (L)측점 IJ-S12







전기비저항 수직 탐사자료 역산 결과

Final inverted model (IJ-S1)

No.	Resistivity	Thickness	Depth	
1	43	0.4	0.0 -	0.4
2	237	1.7	0.4 -	2.1
3	169	4.9	2.1 -	6.9
4	1897	35.4	6.9 -	42.3
5	8408	272.7	42.3 -	314.9
6	1879		314.9 -	

Final inverted model (IJ-S2)

No.	Resistivity	Thickness	Depth	
1	89	0.4	0.0 -	0.4
2	306	1.2	0.4 -	1.6
3	305	19.8	1.6 -	21.4
4	640	6.9	21.4 -	28.3
5	21562	125.3	28.3 -	153.6
6	1286		153.6 -	

Final inverted model (IJ-S3)

No.	Resistivity	Thickness	Depth	
1	885	0.3	0.0 -	0.3
2	386	3.7	0.3 -	4.0
3	194	5.9	4.0 -	10.0
4	1741	43.0	10.0 -	53.0
5	7170	299.5	53.0 -	352.5
6	2023		352.5 -	

Final inverted model (IJ-S7)

No.	Resistivity	Thickness	Depth
1	174	0.4	0.0 - 0.4
2	344	1.2	0.4 - 1.6
3	2022	5.9	1.6 - 7.5
4	2374	48.5	7.5 - 56.0
5	2764	74.2	56.0 - 130.2
6	8566		130.2 -

Final inverted model (IJ-S8)

No.	Resistivity	Thickness	Depth
1	549	0.5	0.0 - 0.5
2	799	2.7	0.5 - 3.1
3	6479	5.2	3.1 - 8.3
4	396	14.0	8.3 - 22.3
5	13059	16.0	22.3 - 38.4
6	993122		38.4 -

Final inverted model (IJ-S9)

No.	Resistivity	Thickness	Depth
1	883	0.8	0.0 - 0.8
2	5882	1.4	0.8 - 2.2
3	1559	1.2	2.2 - 3.4
4	553	6.7	3.4 - 10.1
5	1625	107.9	10.1 - 118.0
6	8463		118.0 -

Final inverted model (IJ-S4)

No.	Resistivity	Thickness	Depth	
1	542	0.9	0.0 -	0.9
2	272	1.9	0.9 -	2.8
3	513	5.1	2.8 -	8.0
4	995	106.7	8.0 -	114.7
5	4669	302.6	114.7 -	417.3
6	2899		417.3 -	

Final inverted model (IJ-S5)

No.	Resistivity	Thickness	Depth	
1	575	0.5	0.0 -	0.5
2	421	1.5	0.5 -	2.0
3	2557	7.2	2.0 -	9.2
4	442	40.0	9.2 -	49.1
5	1326	43.6	49.1 -	92.8
6	7629		92.8 -	

Final inverted model (IJ-S6)

No.	Resistivity	Thickness	Depth	
1	310	0.4	0.0 -	0.4
2	289	0.8	0.4 -	1.2
3	736	8.6	1.2 -	9.8
4	771	12.9	9.8 -	22.7
5	2348	117.5	22.7 -	140.3
6	8222		140.3 -	

Final inverted model (IJ-S10)

No.	Resistivity	Thickness	Depth
1	171	1.0	0.0 – 1.0
2	391	2.3	1.0 – 3.4
3	180	7.0	3.4 – 10.4
4	1234	5.6	10.4 – 16.0
5	4258	84.1	16.0 – 100.1
6	1544		100.1 –

Final inverted model (IJ-S11)

No.	Resistivity	Thickness	Depth
1	305	0.4	0.0 – 0.4
2	321	1.1	0.4 – 1.5
3	229	4.2	1.5 – 5.7
4	387	25.6	5.7 – 31.3
5	12431	199.0	31.3 – 230.2
6	3000		230.2 –

Final inverted model (IJ-S12)

No.	Resistivity	Thickness	Depth
1	258	0.4	0.0 – 0.4
2	147	1.2	0.4 – 1.6
3	787	4.6	1.6 – 6.2
4	185	11.6	6.2 – 17.8
5	6511	99.1	17.8 – 116.9
6	1540		116.9 –

과, 층후에 따른 비저항값은 소폭 증가 후 암반층의 비저항값을 나타내고 최하부층에서 저비저항값을 보였다. 이는 심부에서 함수 지질구조와 연관된 값으로 생각되나 쌍극자 탐사 결과와는 잘 부합하지 않는다.

측점 IJ-S3의 겉보기 비저항값은 단순 증가하는 양상을 나타냈다. 역산 결과, 풍화대의 발달 심도는 약 5m 정도로 IJ-S1 및 IJ-S2보다 양호한데 이는 본 측점이 지형적으로 낮은 곳에 위치한 연유로 생각된다. 그리고 본 측점 또한 최하부층에서 저비저항값을 떠나 발달 심도 및 값의 대비 등에서 IJ-S1 및 IJ-S2보다 지하수 부존과 연관된 파쇄대의 발달은 불량할 것으로 생각된다.

측점 IJ-S4 ~ S6은 본 지구의 서부에 위치하며 쌍극자 탐사 결과 심부 지역까지 풍화가 진전된 것으로 예상되는 곳이다. 1차원 역산 결과, 부분적으로 차이는 있으나 예상한 바와 같이 3개 측점 모두 약 100m 내외의 광범위한 풍화대가 발달하는 것으로 나타났다. 따라서 상기 측점이 위치하는 곳은 중, 천부 지하수의 부존이 양호할 것으로 예상된다.

측점 IJ-S7 및 IJ-S8은 지구 서측의 남쪽에 발달하는 계곡부 근처에 위치한다. 겉보기 비저항값 및 역산 결과, 심부에서 비저항값이 증가하는 것으로 보아 신선한 암반층이 존재할 것으로 생각된다.

측점 IJ-S9는 쌍극자 탐사 결과, 천부 선구조가 발달할 것으로 예상되는 지점이다. 1차원 역산 결과, 저비저항값이 지표하 약 120m 정도까지 분포하는 것으로 보아 본 측점 부근은 풍화대의 발달이 현저할 것으로 추정된다.

측점 IJ-S10 ~ IJ-S12는 쌍극자 탐사 측선 IJ-D2의 -6, -2, 4번 측점에 각각 위치한다. 역산 결과, 측점 IJ-S10 및 IJ-S12는 각각 100m, 120m 심도에서 최하부층의 비저항값이 1540 ohm-m로 심부 지하수의 부존과 연관된 함수 파쇄구조가 발달할 것으로 예상된다. 측점 IJ-S12는 쌍극자 탐사 결과와는 잘 부합하지 않는다. 측점 IJ-S11 또한 약 230m 심도에서 상부층 비저항값의 $\frac{1}{2}$ 정도의 저비저항값을 가진다.

따라서 본 측정 또한 고심도에서 함수 파쇄대의 발달이 예상된다.

측점 GAA-1,3,5 (그림 51) 는 고비저항치를 나타내며, 30m~40m, 150m 지점에 파쇄대가 존재하나 비저항치가 높아 함수층의 가능성이 희박한 것으로 판단된다. 측정 GAA-2는 겉보기비저항치가 감소, 증가하는 현상을 보이며 30m 지점과 70m 지점에 파쇄대가 존재하며 비저항치가 낮은 함수층일 가능성이 큰 것으로 판단된다. 측정 GAA-4는 겉보기 비저항치가 완만한 증가현상을 보이며 비저항치는 대체로 낮게 나타났으며 파쇄대가 존재하지 않아 시추위치로는 부적합한 것으로 판단된다. 측정 GAA-6은 겉보기 비저항치가 증가현상을 보이고 파쇄대가 존재하지 않으며, 비저항치는 점차 증가하는 것으로 보아 지하수 부존가능성이 희박할 것으로 판단된다.

다. 하안미 지역

하안미지역의 수직탐사 지점은 그림. 44 와 같으며 측선은 쌍극자탐사 해석결과 지하수 부존 가능성이 높은 이상대 방향으로 가급적 쌍극자 탐사 수행시의 측선과 일치시켜 탐사결과를 비교 하였다. 측정 S-1에서는 가탐심도를 20m로 설정하여 측정하였다. 탐사결과 (그림. 52) 약 1.5m 부근까지 토사층 구간으로 추정되며 비저항값이 낮기는 하나 점차 증가하는 경향을 나타내며, 쌍극자탐사 측선 D-8의 측정번호 4 - 5번 위치에서의 결과와 부합하고 있음을 보여준다. 측정 S-2에서 토사 및 풍화대의 발달은 약 2m 정도로 나타나며 심도 30m까지의 비저항값은 대체로 비슷한 양상을 나타낸다. 그러나 심도 3 ~ 4m 및 6 ~ 8m 구간에서 비교적 낮은 비저항 분포대를 보여준다. 이러한 구간에서는 지하수의 부존이 예상되는 함수파쇄대일 가능성이 매우 클 것으로 추정되며, 쌍극자 탐사 결과와도 대체로 잘 부합되고 있는 것으로 나타났다. 측정 S-3, 4, 5는 대체로 비슷한 전기비저항 분포를 나타내며 토사 및 풍화대의 발달 또한 3m 이내로 얇게 나타난다. 비저항값 역시 약 4 ~ 7m 구간에서 상대적으로 낮게 나타나는 것으로 보아 이 구간에서도 소규모의 파쇄대 구조가 추정된다. 측정 S-6에서는 심도 약 2m 깊이까지 토사 및 풍화대의 발달이 예상되며 비저항값은 점차로 증가

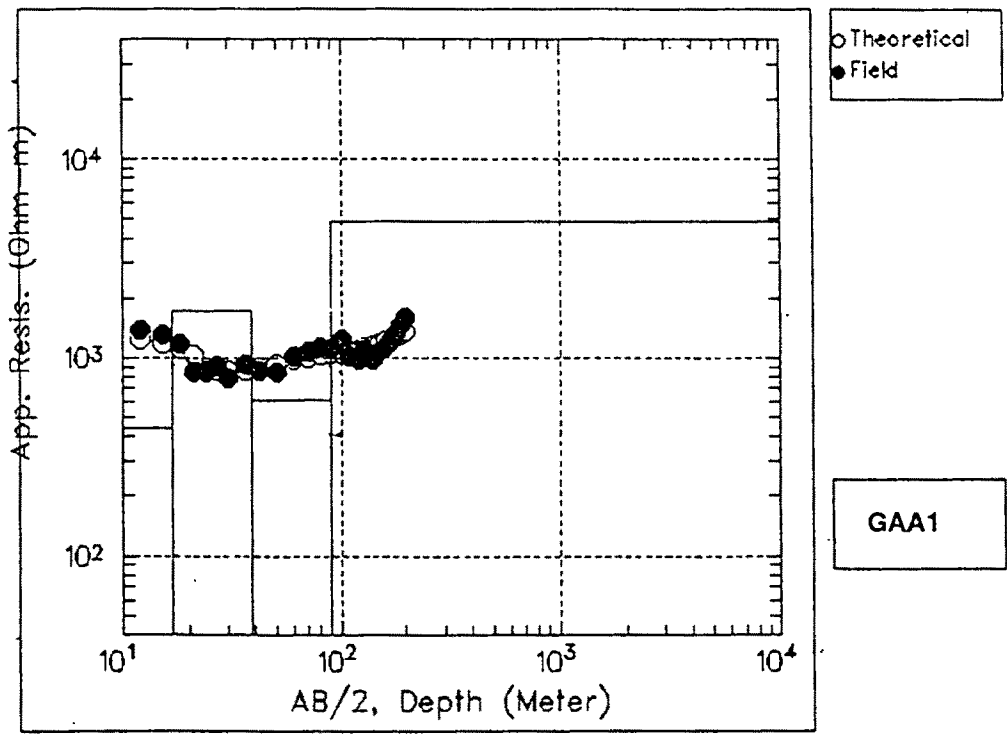
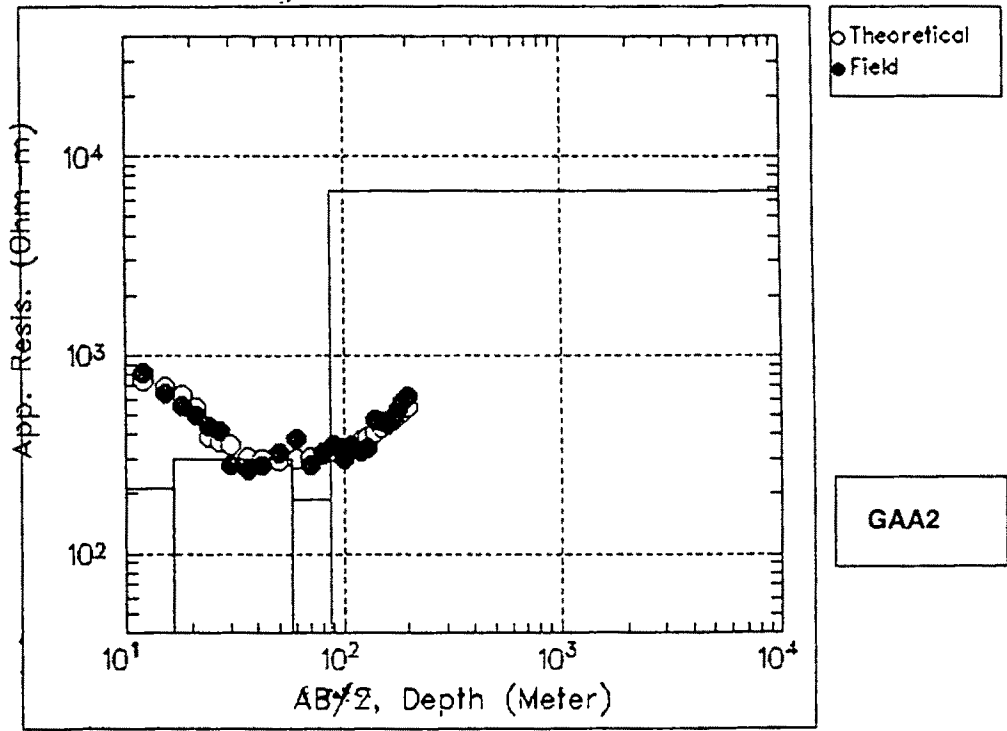


그림 51-b. 용수골 지구(가아)의 수직탐사 결과.

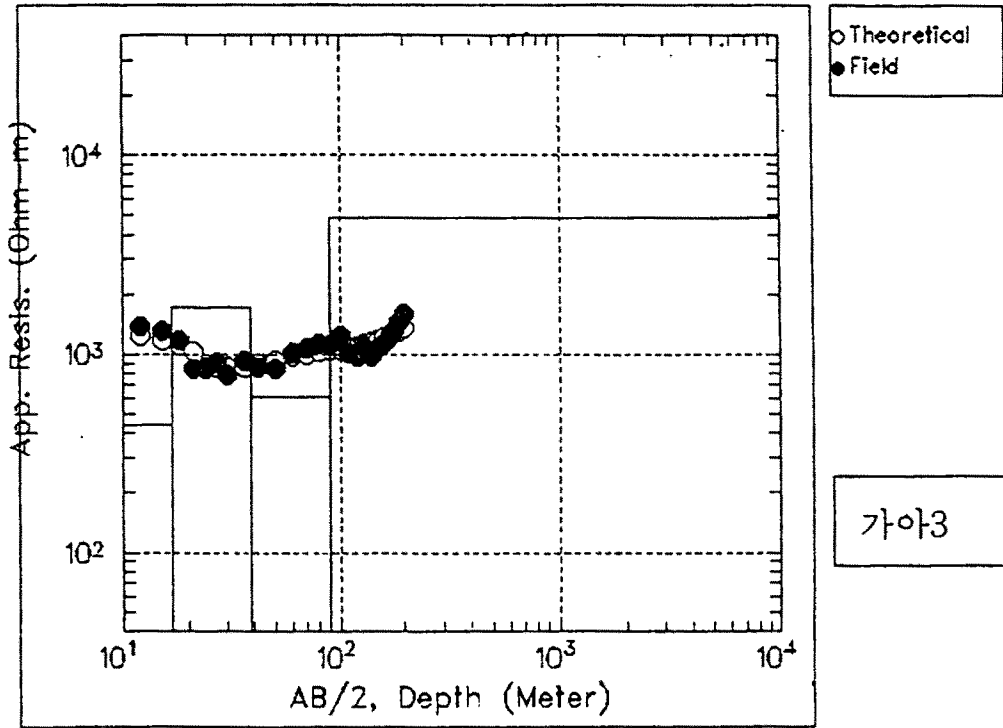
Final inverted model

No.	Resistivity	Thickness	Depth
1	1011	1.1	0.0 – 1.1
2	9172	1.7	1.1 – 2.8
3	2155	1.4	2.8 – 4.2
4	340	5.6	4.2 – 9.8
5	5536	15.0	9.8 – 24.8
6	346	40.5	24.8 – 65.3
7	11992		65.3 –



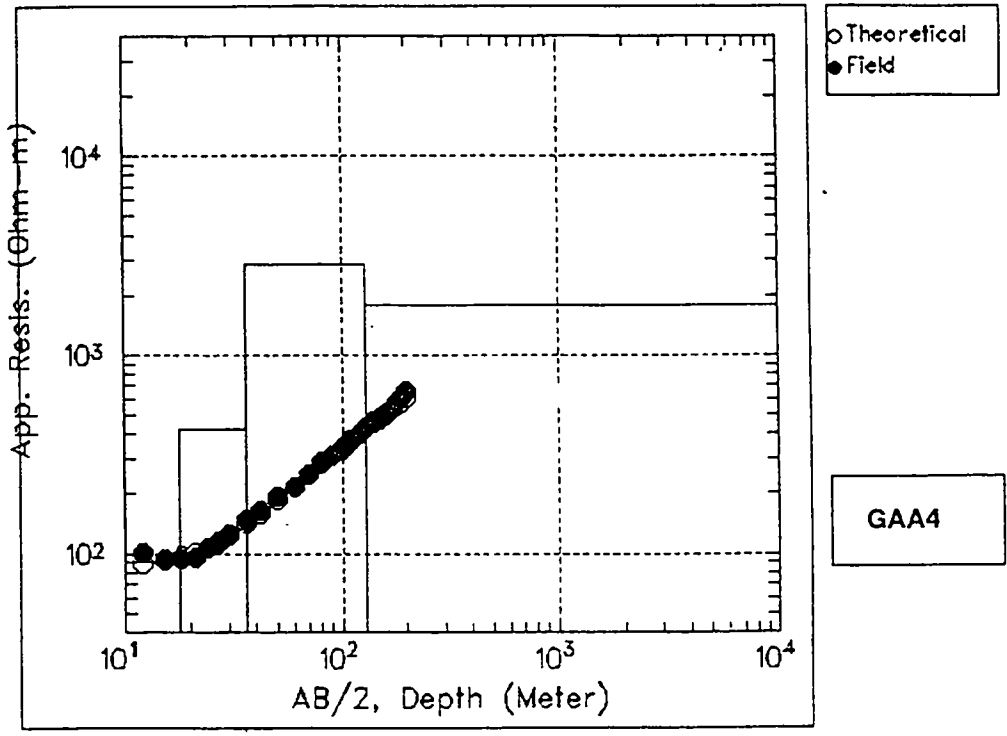
Final inverted model

No.	Resistivity	Thickness	Depth
1	1181	1.3	0.0 – 1.3
2	2820	2.0	1.3 – 3.2
3	1334	4.0	3.2 – 7.2
4	442	9.5	7.2 – 16.7
5	1736	21.9	16.7 – 38.6
6	615	50.8	38.6 – 89.4
7	4823		89.4 –



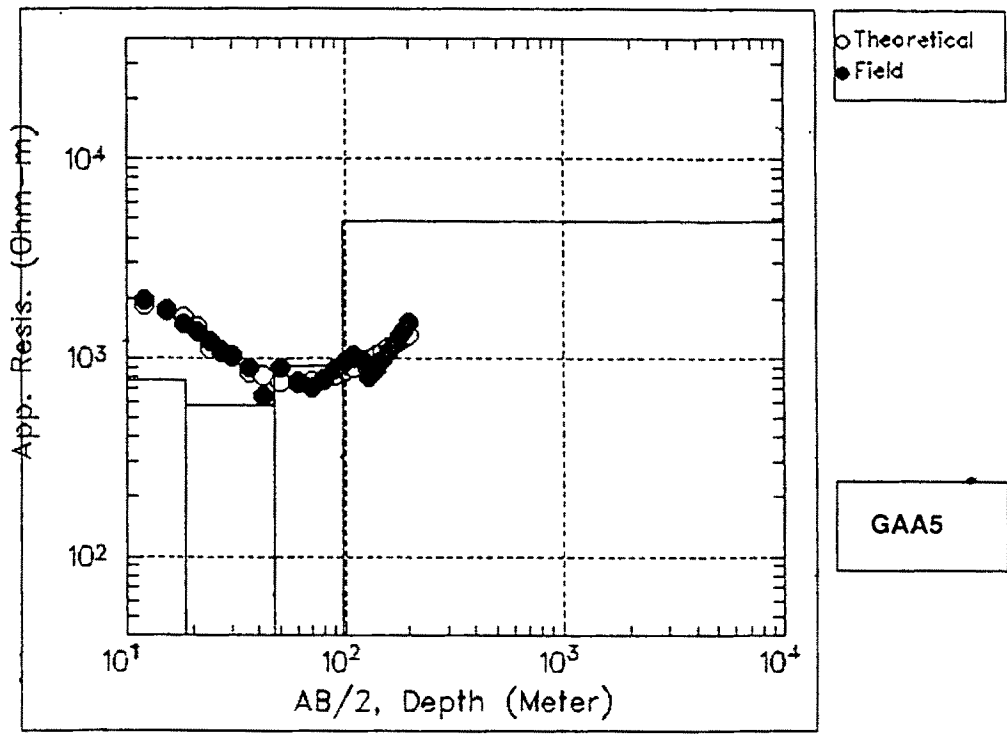
Final inverted model

No.	Resistivity	Thickness	Depth
1	898	2.0	0.0 – 2.0
2	1882	2.2	2.0 – 4.2
3	813	2.7	4.2 – 6.9
4	213	9.6	6.9 – 16.4
5	299	40.7	16.4 – 57.1
6	188	29.6	57.1 – 86.8
7	6696		86.8 –



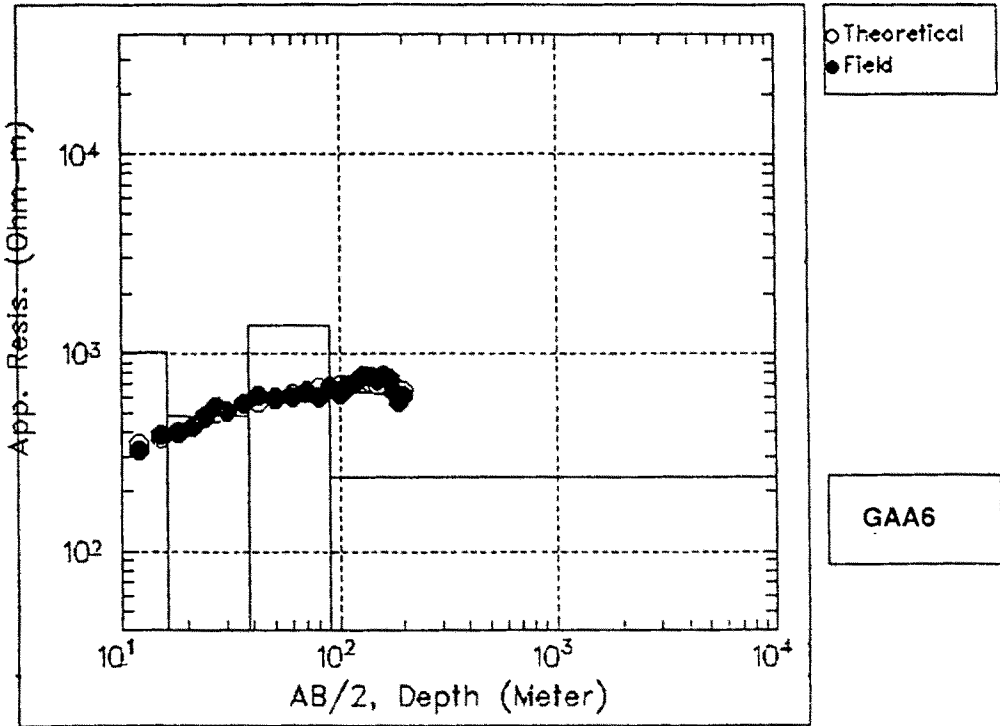
Final inverted model

No.	Resistivity	Thickness	Depth
1	91	0.9	0.0 – 0.9
2	241	1.5	0.9 – 2.4
3	59	4.7	2.4 – 7.2
4	90	10.7	7.2 – 17.9
5	427	18.5	17.9 – 36.3
6	2841	92.0	36.3 – 128.3
7	1796		128.3 –



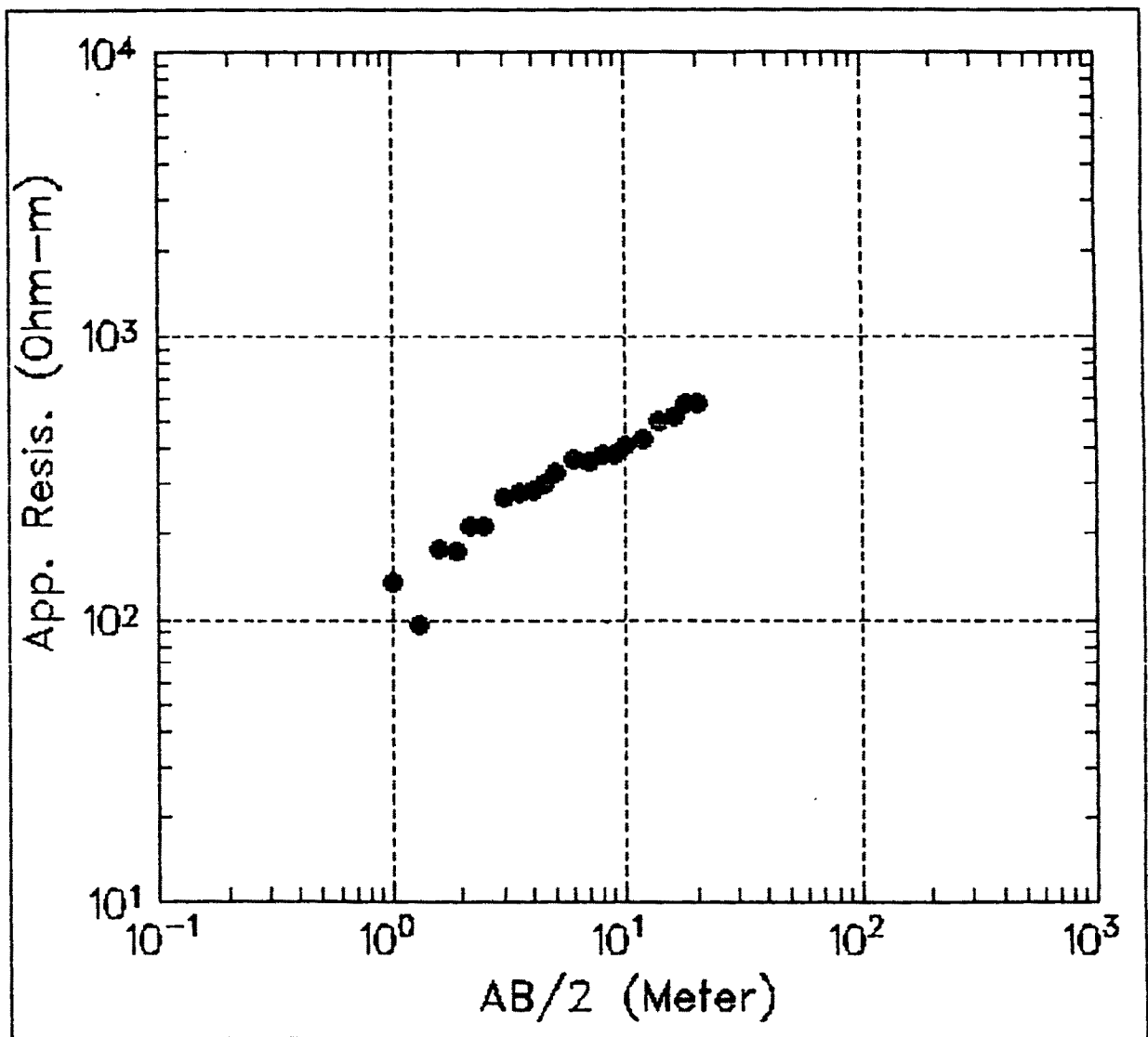
Final inverted model

No.	Resistivity	Thickness	Depth
1	1562	1.3	0.0 – 1.3
2	3956	2.1	1.3 – 3.4
3	1853	4.5	3.4 – 7.9
4	779	10.6	7.9 – 18.4
5	584	28.3	18.4 – 46.8
6	907	51.5	46.8 – 98.3
7	4845		98.3 –



Final inverted model

No.	Resistivity	Thickness	Depth
1	124	1.4	0.0 – 1.4
2	219	2.0	1.4 – 3.4
3	407	3.4	3.4 – 6.8
4	1013	9.4	6.8 – 16.2
5	485	21.9	16.2 – 38.0
6	1389	52.1	38.0 – 90.2
7	239		90.2 –

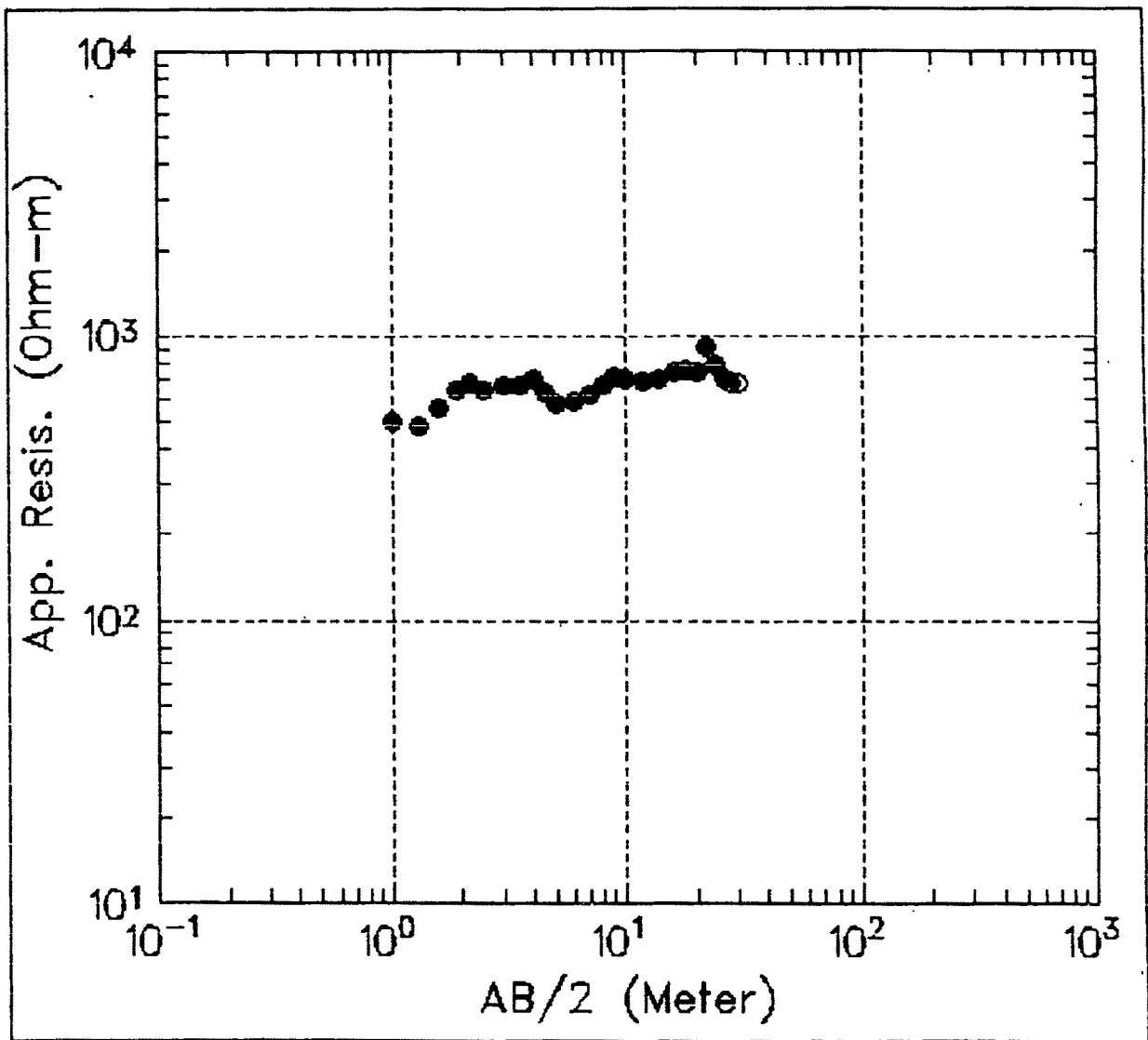


Haanmi S1

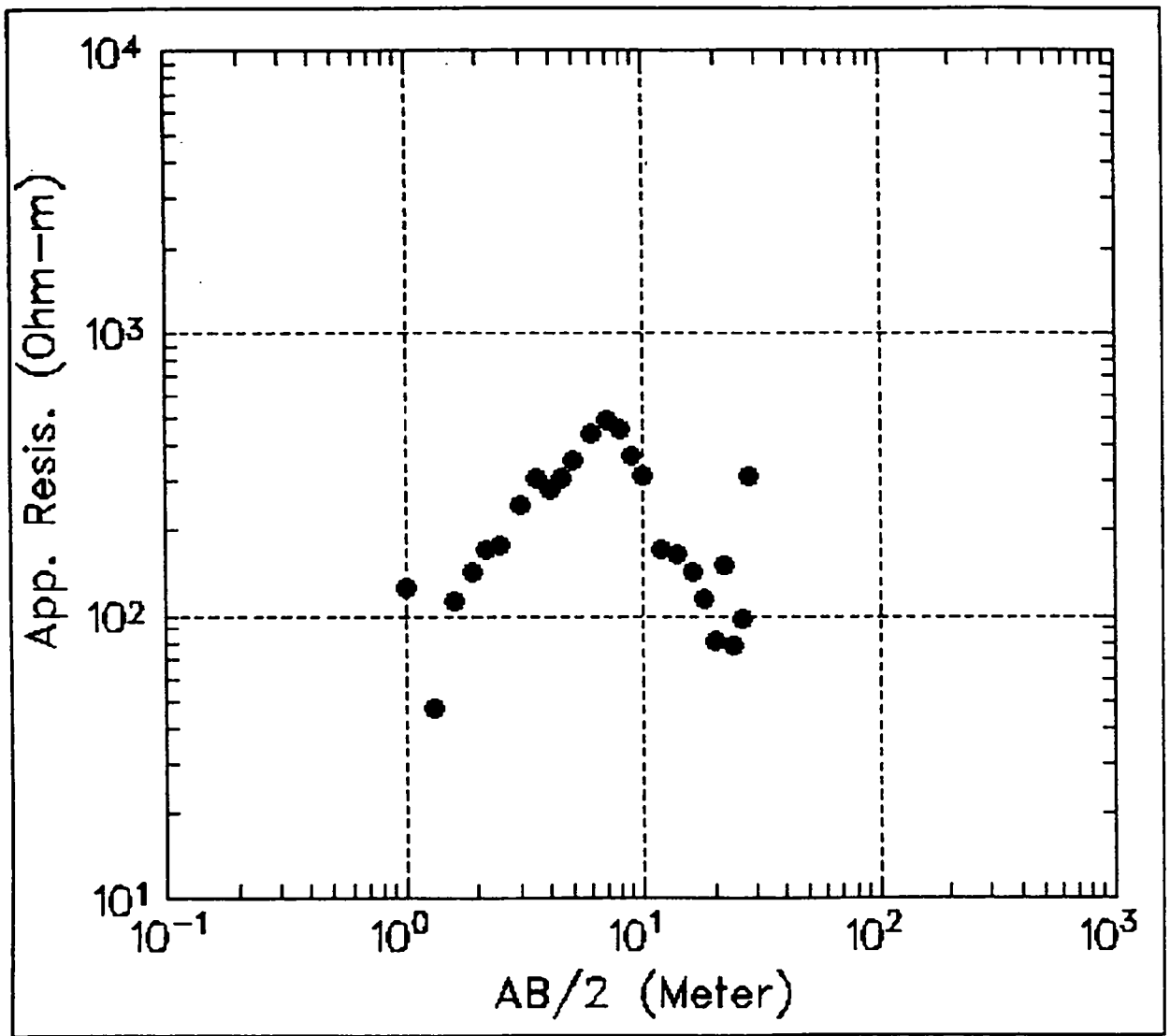
그림 52. 하안미 지구의 수직탐사 결과

Final inverted model

No.	Resistivity	Thickness	Depth
1	64	0.4	0.0 – 0.4
2	236	0.2	0.4 – 0.6
3	461	0.3	0.6 – 0.9
4	830	0.5	0.9 – 1.3
5	725	0.7	1.3 – 2.0
6	369	1.0	2.0 – 3.0
7	258	1.5	3.0 – 4.5
8	377	2.0	4.5 – 6.5
9	646	2.7	6.5 – 9.2
10	1864		9.2 –



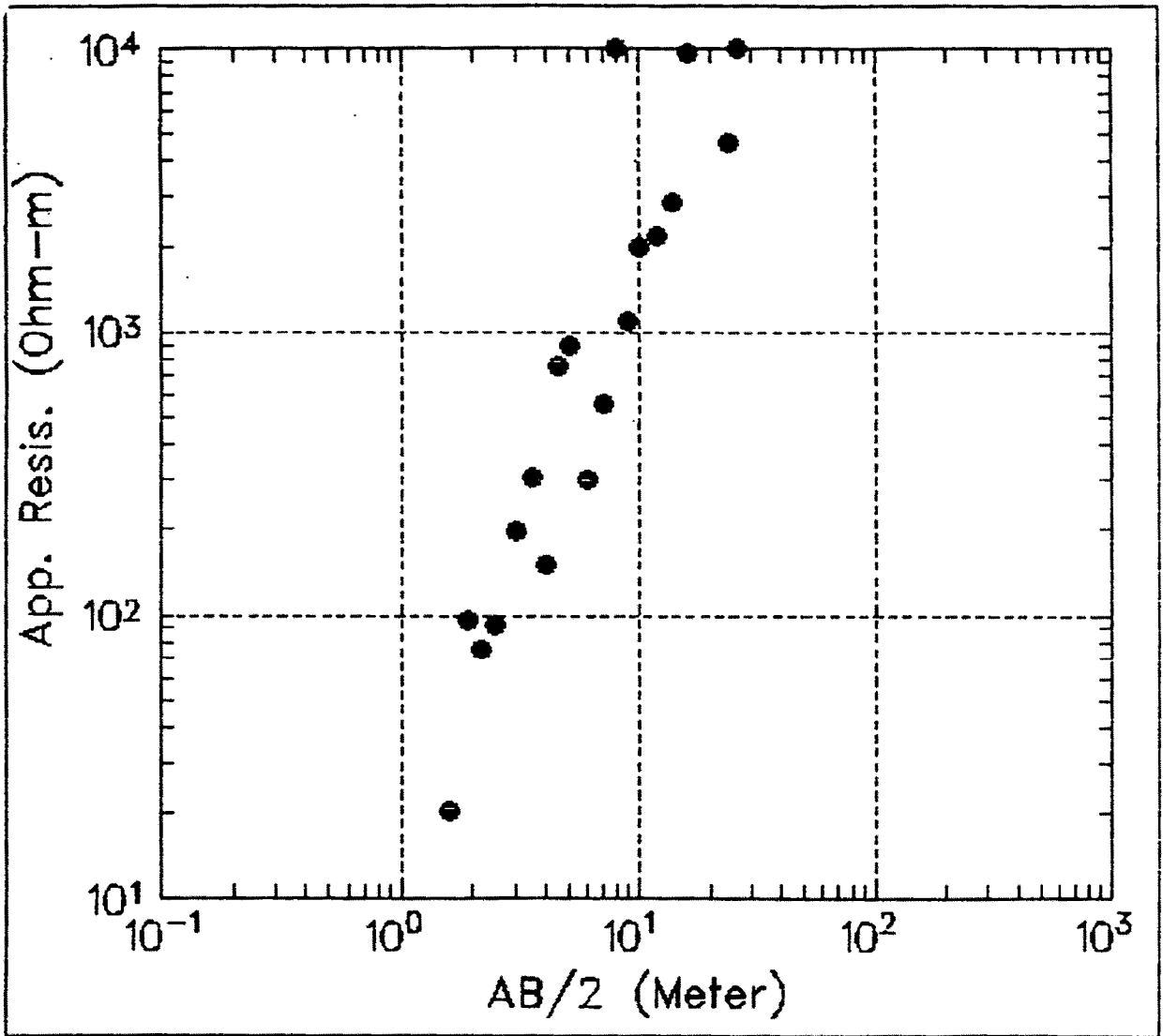
Haanmi S2



Haanmi S3

Final inverted model

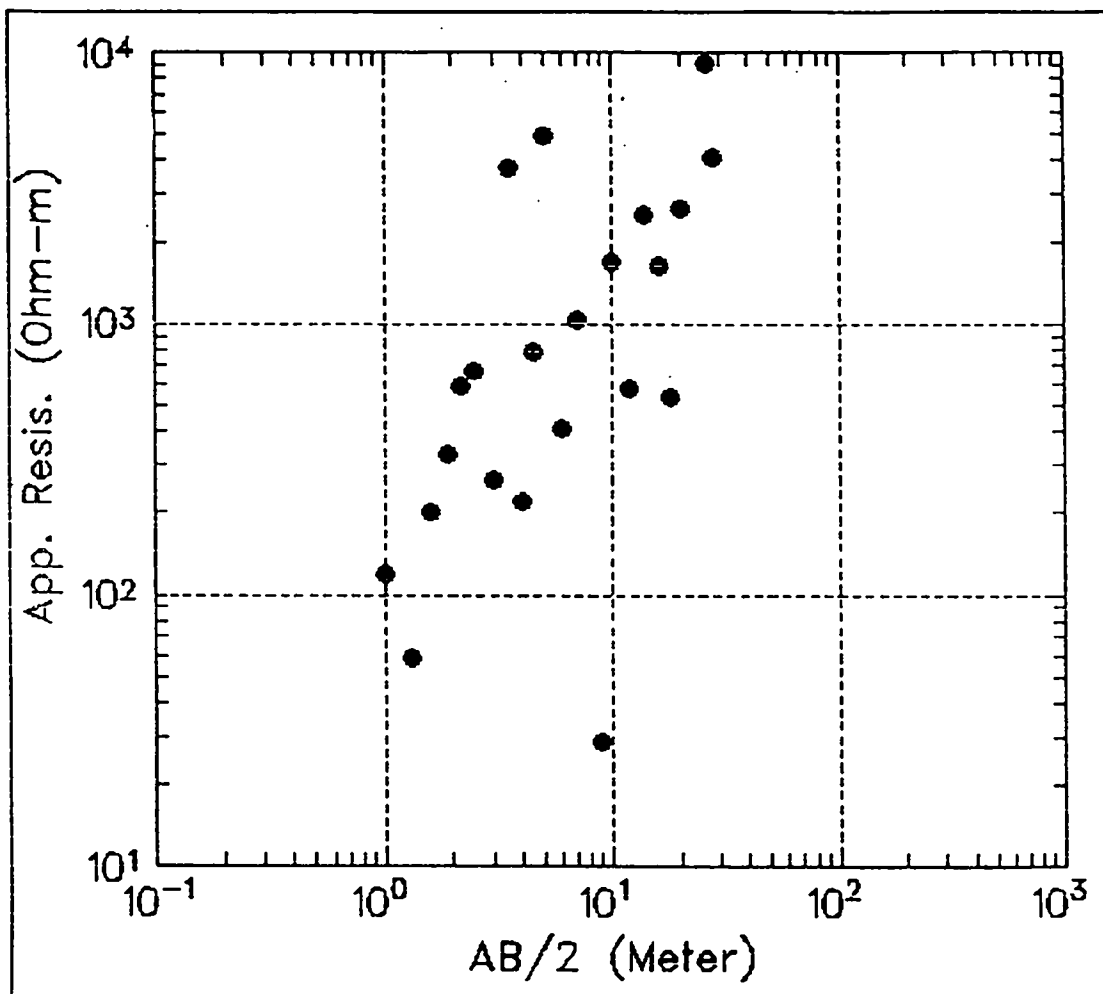
No.	Resistivity	Thickness	Depth
1	57	0.2	0.0 – 0.2
2	162	0.2	0.2 – 0.4
3	367	0.3	0.4 – 0.7
4	570	0.4	0.7 – 1.1
5	370	0.4	1.1 – 1.5
6	66	0.8	1.5 – 2.4
7	4	2.0	2.4 – 4.4
8	10	1.0	4.4 – 5.4
9	18	4.5	5.4 – 9.8
10	298		9.8 –



Haanmi S4

Final inverted model

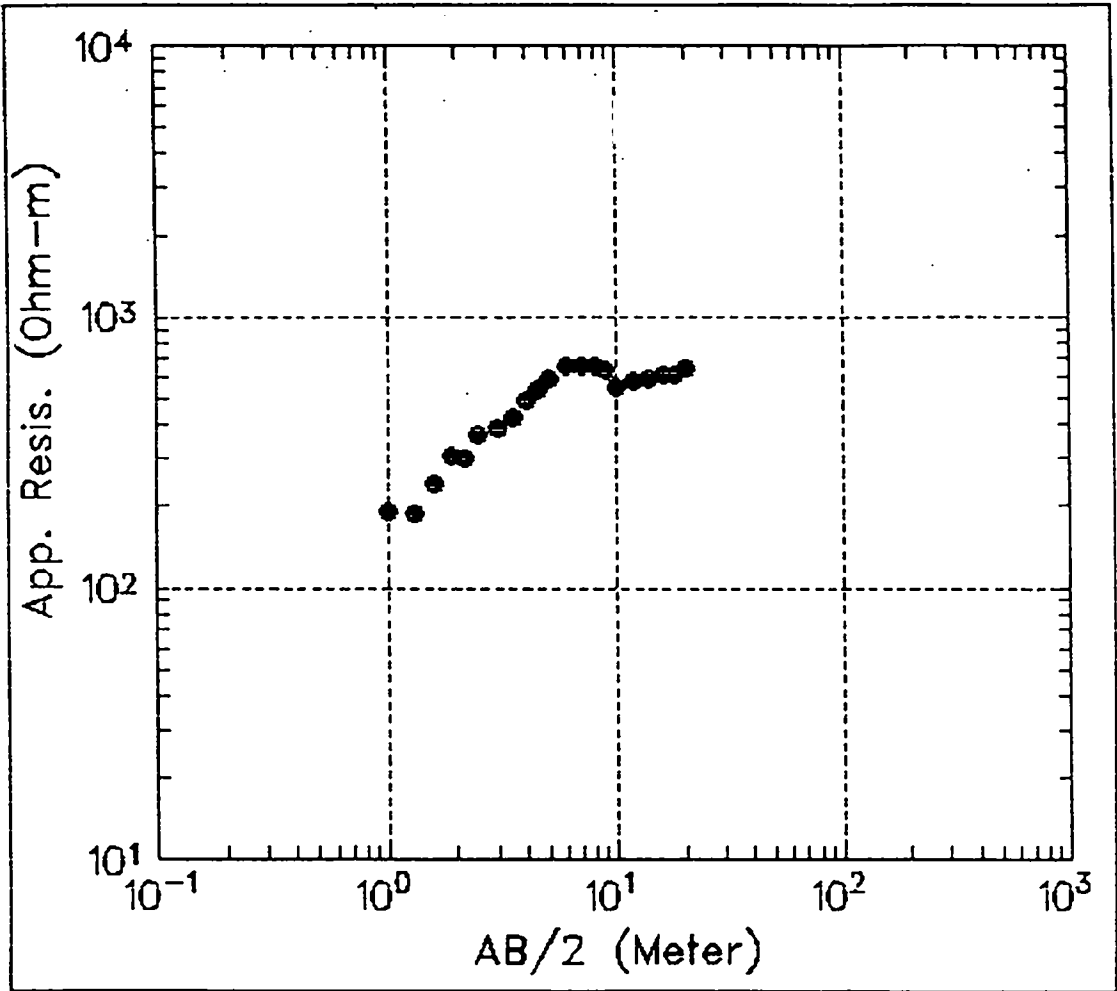
No.	Resistivity	Thickness	Depth	
1	16	0.1	0.0 –	0.1
2	260	0.1	0.1 –	0.2
3	574	0.1	0.2 –	0.3
4	1394	0.2	0.3 –	0.5
5	3128	0.2	0.5 –	0.7
6	7451	0.3	0.7 –	1.1
7	22081	0.7	1.1 –	1.7
8	57943	1.8	1.7 –	3.6
9	95914	3.7	3.6 –	7.3
10	266318		7.3 –	



Haanmi S5

Final inverted model

No.	Resistivity	Thickness	Depth	
1	38	0.2	0.0 —	0.2
2	751	0.1	0.2 —	0.3
3	2121	0.1	0.3 —	0.4
4	4776	0.2	0.4 —	0.6
5	5905	0.1	0.6 —	0.7
6	4561	0.1	0.7 —	0.8
7	4845	0.1	0.8 —	0.9
8	16193	0.4	0.9 —	1.3
9	78644	1.7	1.3 —	3.1
10	1695253		3.1 —	



Haanmi S6

Final inverted model

No.	Resistivity	Thickness	Depth
1	107	0.4	0.0 – 0.4
2	287	0.2	0.4 – 0.6
3	467	0.2	0.6 – 0.8
4	1005	0.3	0.8 – 1.2
5	2236	0.6	1.2 – 1.8
6	1859	0.9	1.8 – 2.7
7	558	1.1	2.7 – 3.8
8	228	2.1	3.8 – 5.9
9	294	3.3	5.9 – 9.2
10	1102		9.2 –

하다가 심도 약 10m 구간에서 파쇄대 구간으로 추정되는 이상대가 인지된다. 쌍극자 탐사 결과와 비교해 볼 때 이러한 이상대 구간은 다소 우측으로 벗어난 것으로 나타난다.

하안미 지역에서의 수직탐사 결과 S-1을 제외하고는 S-2, 3, 4, 5, 6에서 모두 토사층의 층후가 2 ~ 3m 미만으로 나타나며 하부로 갈수록 풍화대에서 연암의 기반암이 분포되는 것으로 추정된다. 비저항치는 대체로 100 ~ 1000 Ω m사이로 측정된다.

5. 탐사결과 분석

이상의 수평차정 예정 지구에 대한 물리탐사 결과를 종합 고찰하면 다음과 같다.

가. 대관령지역

물리탐사 결과 VLF 탐사는 noise의 영향으로 자료 획득이 어려웠으며, 쌍극자탐사 결과 측선 D-1의 1번 부근에 소규모 파쇄대가 예상되며, 수직탐사 측정점 S-4, S-9번 지점에서 소규모 함수파쇄대가 예상된다.

나. 용수골지역

3종의 물리 탐사 결과 중 V.L.F 전자 탐사는 잡음의 개입이 있었을 것으로 생각되거나 일련의 의미있는 결과를 나타냈다. IJ-V1의 -3번과 IJ-V2의 9번 측정 부근은 천부 선구조가 발달하는 위치로 생각된다. 쌍극자 및 수직 탐사 결과는 비교적 양호하며 서로 잘 부합하였다. 쌍극자 탐사 결과 IJ-D1 측선의 -6번과 IJ-D2 측선의 -5번 그리고 IJ-D3 측선의 -3번을 연결하는 지점은 파쇄구조가 발달하는 곳으로 추정되며 심부 지하수의 부존 가능성이 큰 지역으로 생각된다. 그리고 IJ-D4 측선의 좌측부는 풍화대의 발달이 현저하여 이 구역에서 중, 천부 지하수의 부존 가능성이 있다. 수직 탐사 결과는 일부 측정점에서 쌍극자 탐사 결과와 잘 부합하지 않는데, 이는 고심도로 자료의 신뢰도가 작은 연유로 생각된다. 특히 IJ-S2 측정점은 자료처리 결과, 약 150m 심도에서 상부층과 확연히 대비되는 저비저항값을 가지는데, 쌍극자 탐사에서는 이

와 다른 결과를 나타냈다. 그러나 대부분의 측정에서는 두 탐사 결과가 비교적 잘 부합한다.

다. 하안미 지역

하안미 지역에서는 쌍극자 배열 비저항 탐사 결과 뚜렷한 저비저항 이상대가 발달한 2곳이 인지된다. 즉 D-1, 2, 3, 4, 6, 8번 측선 모두에서 같은 방향으로 200 Ωm 의 저비저항대가 발달하고 있는 데 이는 지하수 유동 통로의 양상을 띄고 있는 것으로 보아 천부 과쇄대의 연약대를 따라 일부 지하수가 유동하고 있는 것으로 추정된다. 한편 탐사 측선의 우측 하단부에 이러한 저비저항대가 보다 넓게 발달하고 있는데 이는 전자의 지하수 이동경로와는 구분되는 것으로 후에 착정위치 선정에 있어 이러한 2방향으로의 수평착정이 추천된다 (그림. 53).

라. 성황동 지역

성황동지역에서는 협소한 지역 여건으로 쌍극자 탐사만을 실시한 결과 비교적 천부에서 저비저항대의 이상대가 발달하고 있다. 이를 대상으로 약 40°의 경사굴착을 할 경우 인근에서의 샘의 용출로 보아 수평 ~ 경사착공을 실시하면 어느정도의 자연유하 지하수의 확보가 가능할 것이다.

제 8 절 지하수문학적 제언

1. 대관령 지역

대관령 지역은, 앞서 언급하였듯이, 전체적으로 절리나 단층이 뚜렷한 방향성을 보이지 않을 뿐만 아니라, 이들의 주향 및 경사가 밀도나 연장성과 뚜렷한 상관성을 보이지 않으므로 지하수의 흐름이 어떠한 특별한 방향의 절리나 단층에 의해 지배된다고 보기는 어렵다. 이러한 관점에서 보면, 지하수의 흐름은 지하수 면의 수위에 의해 결정될 것이며, 지하수면의 수위는 일반적으로 연구 지역의 지형에 의해 결정될 것으로 생

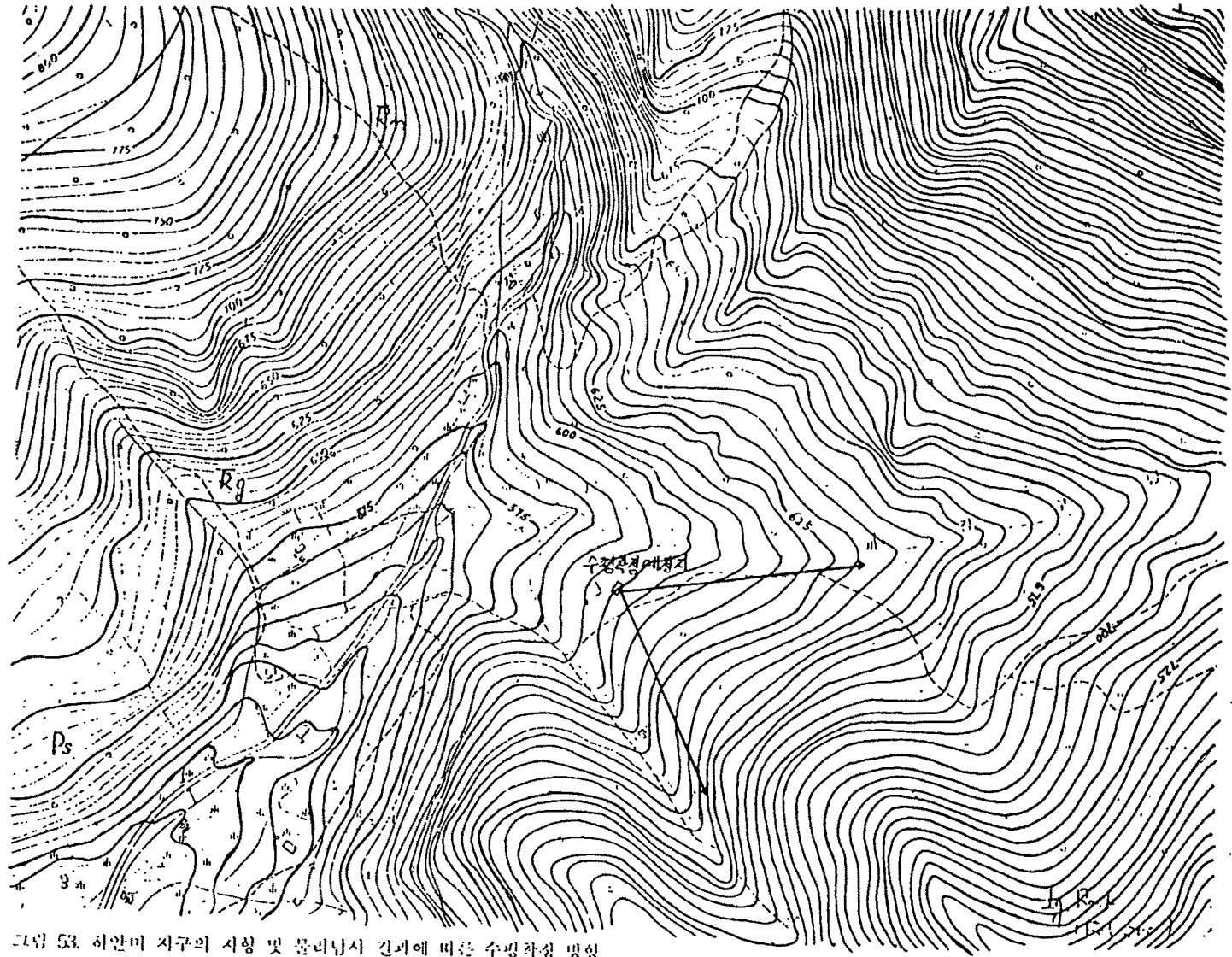


그림 53. 하안미 지구의 지형 및 물리남시 길거에 따른 수평좌상 명칭

각된다. 그림. 54 는 대관령 지역의 지표면을 해당 지역에 격자망을 구성한 후, 그 격자망 각 점에서의 고도를 전산화하여 이 자료를 컴퓨터 프로그램 SURFER를 통해 3차원적으로 표시한 것이다. 이렇게 표현된 3차원적 지표면의 굴곡을 좀 더 확연히 드러나도록 하기 위해 그림에 등고선도를 같이 표시하였다. 만일, 지하수의 흐름이 지형에 대략 비례하는 지하수위에 의해 결정된다면, 지하수의 유동 방향은 그림에 표시된 바와 같이 될 것이며, 이를 바탕으로 볼 때 현재의 잠정적인 착정위치는 지하수가 모이는 곳으로 수평 착정을 하기에 바람직한 곳으로 평가된다.

비록, 대관령 지역에서의 단층 및 절리가 그 방향성, 밀도 그리고 연장성에 있어서 상관 관계가 매우 불량하여 지하수의 대략적인 유동이 그림에 표시한 것과 같다고 해서 이 지역의 지하수 유동을 완전한 균질 매질에서의 지하수 유동과 같이 생각할 수는 없을 것이다. 그 이유는 앞 장의 대관령 지역의 구조에서 언급한 대로 비교적 큰 규모의 단층, 파쇄대, 및 염기성 암맥이 모두 서로 어느정도 평행한 배열을 하기 때문이다. 이러한 뚜렷한 구조는 지하수의 유동에 분명히 부분적이거나 영향을 줄 것이 확실하다. 예로써, 단층 및 파쇄대는 주 지하수 통로가 될 것이며, 반대로 염기성 암맥은 불투수층과 같은 역할을 할 가능성이 있다. 그림. 55 는 그림. 3 의 대관령 지역 지질도상의 A-A' 단면을 따른 구조 단면도이며, 여기에 위에서 언급한 단층, 파쇄대 및 염기성 암맥의 존재를 고려하여 지하수의 유동을 추측하여 표시하였다. 이 그림으로부터, 수평 착정을 통해 풍부한 양의 지하수를 얻기 위해서는 염기성 암맥을 지나 파쇄대에 이르기까지 착정을 하여야 함을 알 수 있다. 이는 대략 150m 정도 깊이의 수평 착정이 필요함을 나타낸다.

수평착정 후 얻을 수 있는 지하수의 비교적 정확한 유량이나 지하수의 유동에 관한 3차원적인 정밀한 해석은 지하수 모델링을 통해 가능할 것이다. 그러나 정확하고 의미 있는 수치적 지하수 모델링을 위해서는 먼저 개념적 모델을 정립하여야 한다. 이러한 개념적 모델의 정립을 위해서는 위에서 토론한 지하수의 대략적인 유동 방향이나 주요

→ Groundwater Flow

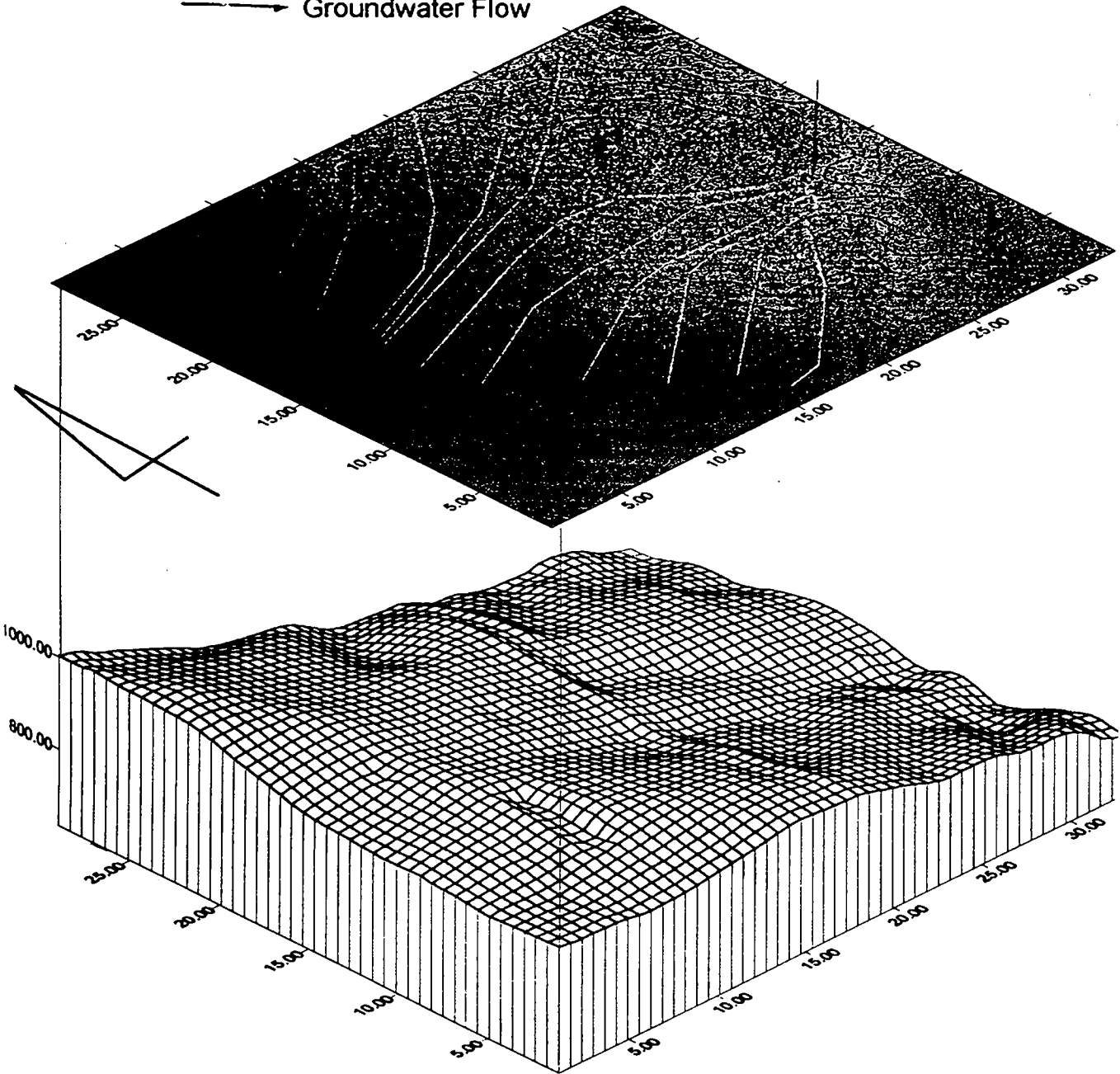


그림 54. 대관령 지구의 지형 및 수평착징 예정 위치

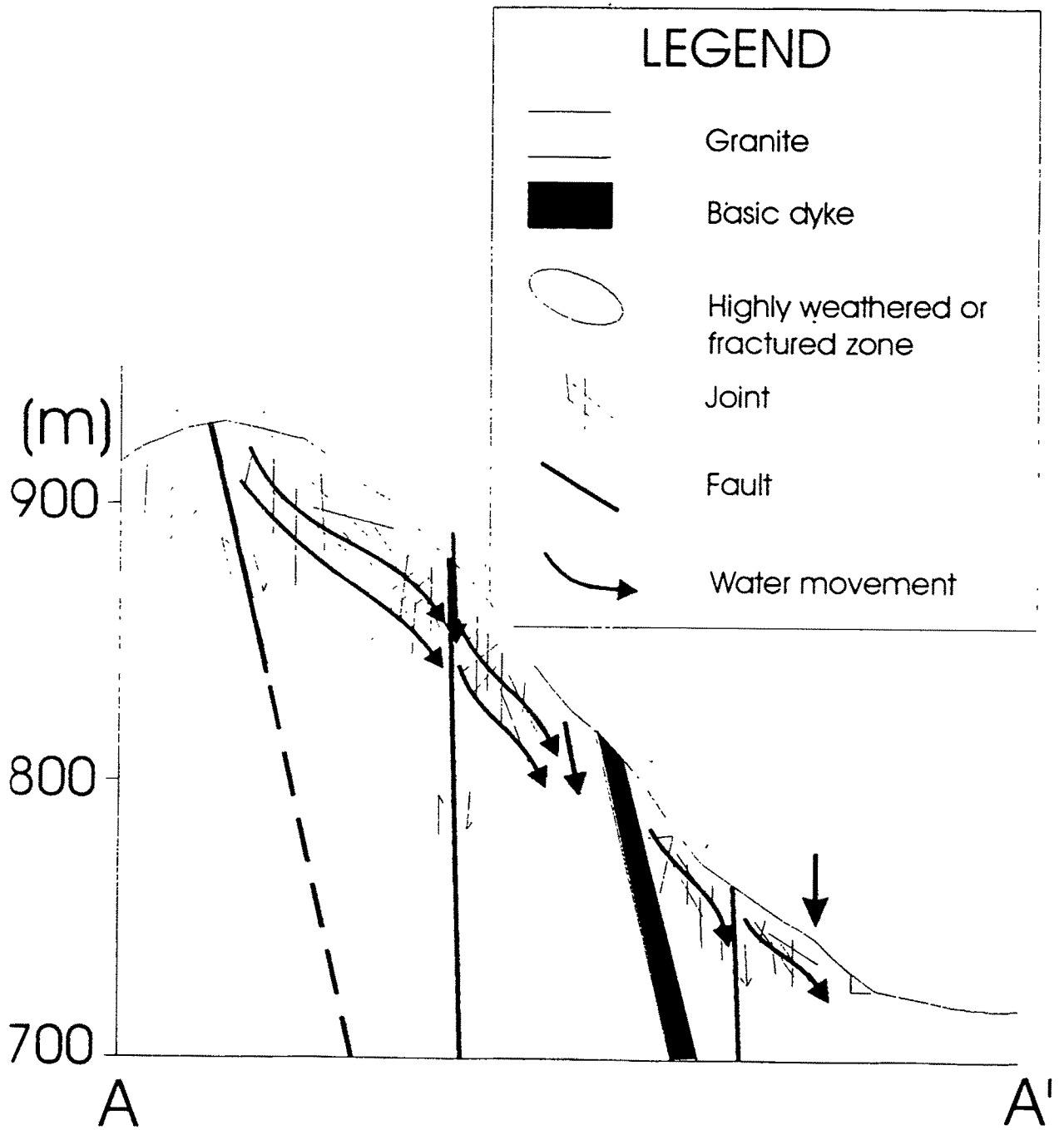


그림 55. 대관령 지구의 지질도(그림 3, A-A')의 구조 단면도

단층, 파쇄대 및 염기성 암맥의 방향이 지하수 유동에 미치는 영향 등을 신중하게 고려하여야 할 것이다.

2. 거두리 지역

거두리 지역의 심한 풍화로 인한 불량한 노두 노출은 구조 자료의 결핍을 야기하였고 이는 다시 이 지역에서의 지하수 유동에 대한 지질 구조의 영향 해석을 불가능하게 하였다. 그러므로, 거두리 지역에 대해서는 지질 구조 측면에서의 뚜렷한 지하수문학적 제언을 하기가 곤란하다. 다만, 대관령 지역에서와 마찬가지로, 지형적인 특성을 바탕으로 SURFER를 이용하여 지하수의 유동을 대략 유추해 볼 수 있는데, 이러한 지하수 흐름의 예측을 그림. 56 에 표시하였다. 이 그림으로부터 현재 측정위치는 나름대로 적당하나, 좀 더 동쪽으로 깊이 측정할 필요가 있는 것으로 생각된다.

3. 하안미 지역

하안미 지역은 연구대상지역 양측을 따라 V자형의 계곡이 발달해 있으며, 이를 따라 신선한 암반의 노두가 잘 관찰된다.

하안미 지역에서 지하수의 유동은 규장암의 지질 분포대의 절리 및 이와 접하는 평안누층군 퇴적암류의 접촉대를 따라 유동할 것으로 추정된다. 그림. 57 은 하안미 지역의 지형적 특징을 바탕으로 전산화하여 SUFFER를 이용, 지하수의 유동 경로를 유추한 것이다. 쌍극자 탐사결과로부터 측정 위치는 주계곡의 절리의 주향 방향으로 발달되어 있는 이상대 및 직선방향의 소규모 이상대 방향으로의 수평측정을 제안해 볼 수 있다. 이것으로부터 심도는 대략 3 ~ 6m로 비교적 천부이며, 수평측정 깊이는 30m이상을 측정할 것이 제안된다.

제 9 절 수질자료의 측정 및 결과

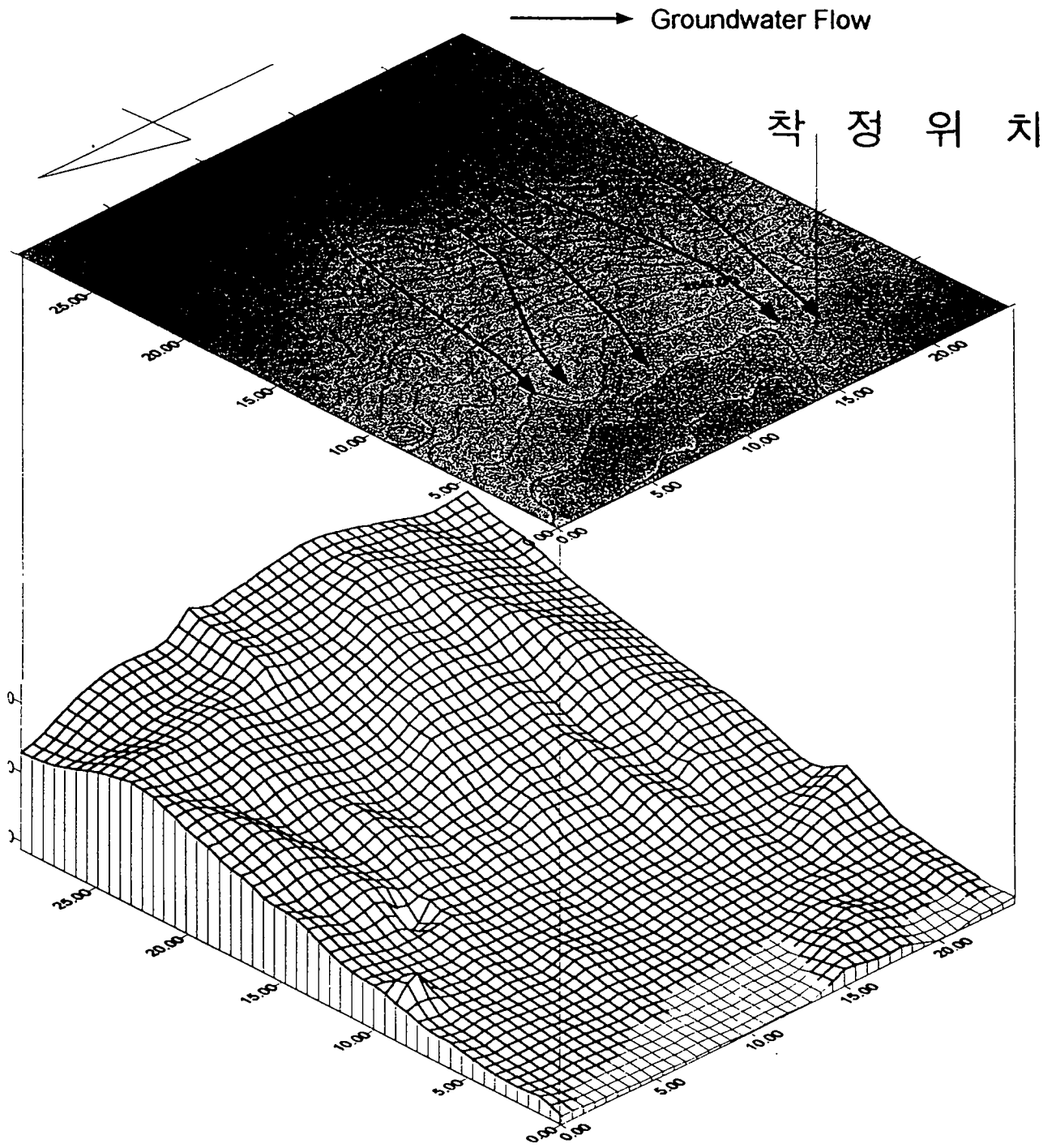


그림 56. 거두리 지구의 지형 및 수평착정 예정 위치

1. 수질 자료의 측정

수질이란 물의 물리 화학적 성질을 의미하는 말로, 물의 사용 목적에 대한 적합성과 결부시켜 사용하는 용어이다. 이러한 수질을 나타낼 때 흔히 수질 지시자 (water quality indicator)를 이용하는데, 여기에는 종합적 수질 지시자와 개별적 수질 지시자가 있다. 종합적 수질 지시자란, 여러개의 요인에 의한 물의 성질을 나타내는 것으로 예를 들면 염도, 경도, 총용존 고형물질량 등이 있다. 개별적 수질 지시자란 하나의 요인(성분)에 의한 물의 성질을 나타내는 것으로 예를 들면 pH, Eh, 무기 이온, 및 유기물의 함량 등이 있다. 여기서는, 이와 같은 여러 수질 지시자 중 몇몇 대표적인 것의 측정 방법에 대해 아래에 간략히 기술하고자 한다.

가. pH, Eh, 전도도, 염도, DO (용존 산소) 측정

대개 이들의 측정은 전극을 이용하는데, pH의 경우는 유리 전극, DO는 순금 전극, 그리고 Eh, 전도도, 염도는 백금 전극을 사용한다. 이와 같은 전극을 이용하여 수질을 측정하고자 할 때는, 시료의 측정에 앞서 이미 그 값을 알고 있는 표준 용액에 전극을 보정하여야 한다. 흔히 쓰이는 표준 용액은 pH의 경우 완충 용액 (buffer solution), Eh의 경우 Zobell 용액, 전도도나 염도의 경우 염화칼륨 용액, 그리고 DO의 경우는 아황산나트륨 용액 등이다. 이러한 표준 용액은 상업적으로 판매되고 있으므로 적당한 곳을 통해 주문하면 쉽게 구할 수 있다.

전극을 사용하여 위 수질들을 측정할 때는 무엇보다도 제조자로부터 제공되는 사용 지침서를 자세히 읽어 숙지하여야 한다. 이는 대개의 전극이 그 특성상 사용법 및 관리법에 있어서 비슷한 점이 많더라도, 제조 회사마다 전극의 재질 및 감도가 약간씩 다르기 때문이다. 사용지침서를 익힐 때는 특히 주의 사항을 눈여겨 보아두어야 한다. 그렇지 않으면, 전극의 상태가 극히 불량해지거나 심한 경우 더 이상 사용할 수 없게

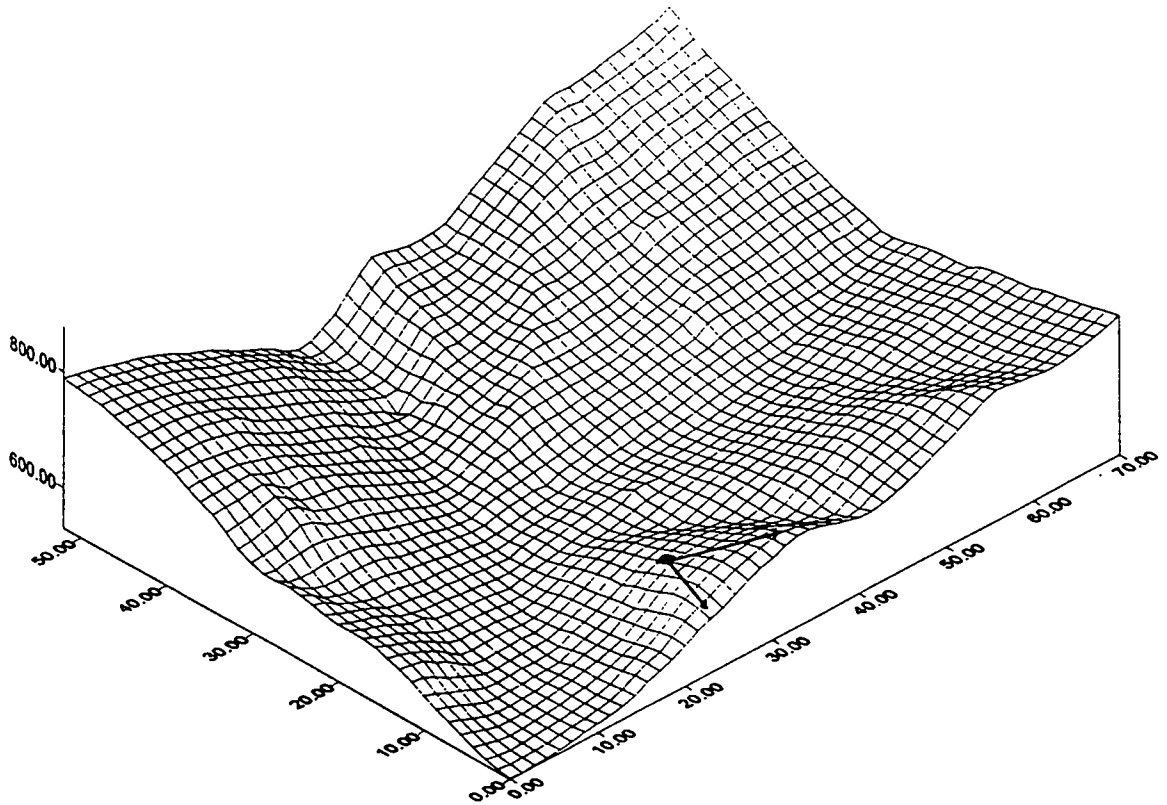
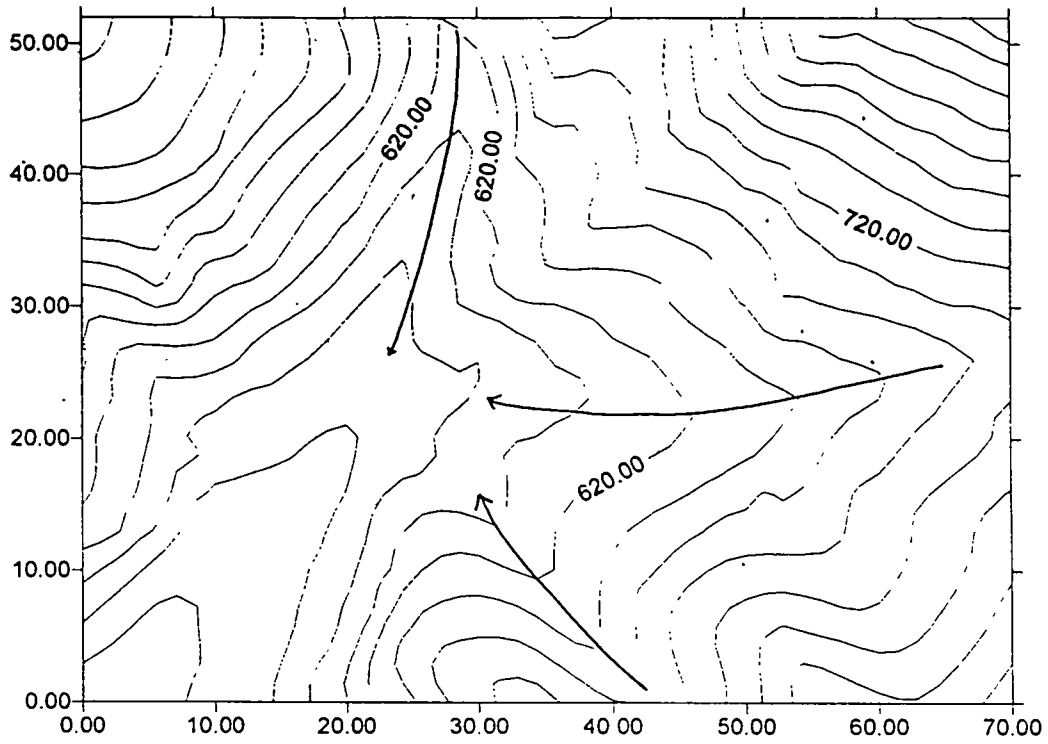


그림 57. 하안미 지구의 지형 및 수명착정 예정 위치

된다.

흔히 눈에 띄는 주의 사항들 몇 개를 예로 들어보자. 유리 전극은 항상 깨끗한 증류수나 완충 용액에 적셔두어야 한다. 전극이 완전 건조하면 수용액 내의 수소 이온 농도에 적절히 반응하지 못하기 때문이다. 유리 전극은 또한 pH가 너무 높거나 낮은 용액에 담그는 것을 피해야 하는데, 그 이유는 이러한 용액이 유리 전극을 상당히 녹여버리기 때문이다. 무엇보다도 유리 전극을 사용할 때는 파손되거나 긁히는 일이 없도록 하여야 한다. 손상을 입은 유리 전극은 정확하게 pH를 나타낼 수 없다. 백금 전극은 그 위에 침전물이 피복 되거나 백금과 특정 유기물 및 가스와 반응하는 것을 주의하여야 한다. 순금 전극은 점극막의 파열에 주의하여야 하며, 강산성 용액에 담그지 말아야 한다. 이러한 일들은 모두 전극에 치명적인 상처를 줄 수 있다. 기타 전극에 대한 자세한 주의 사항은 앞서도 지적하였듯이 제품에 딸린 사용 설명서를 참고하기 바란다.

나. 경도의 측정

물의 경도란 비누를 영기게 하는 성질을 나타낸다. 이러한 성질은, 현재까지 알려진 바로는, 물에 녹아 있는 알칼리토금속의 양에 의해 결정된다. 고전적인 화학 분석 방법을 보면, Ca나 Mg와 같은 알칼리토금속은 EDTA (Ethylendiamine tetrascectic acid)로 쉽게 분석될 수 있는 것으로 되어 있다. 그러므로 실험적으로는 경도를 EDTA로 분석하는 것이 가장 일반적인 방법이다. 그러나 요즈음에 와서는 물의 화학 분석치, 특히 Ca와 Mg의 농도로부터 경도를 이론적으로 계산하기도 한다. 이와 같은 경도의 이론적인 계산식은 다음과 같다.

$$\text{경도 (CaCO}_3\text{mg/L)} = 2.497[\text{Ca, mg/L}] + 4.118[\text{Mg, mg/L}]$$

다. 용존 SiO₂ 양 측정

음용수 수질 기준에는 없는 항목이나, 지하수의 수질 분석을 위해서는 꼭 필요한 항목이다. 용존 SiO₂의 양은 ICP-AES (Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometer)나 Colorimeter와 같은 분석 기기를 이용하여 측정한다.

라. 무기 양이온의 측정

대개 물 내의 양이온의 양에 따라 AAS (Atomic Absorption Spectrometer), ICP-AES, 또는 ICP-MS (Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometer) 등의 분석 기계를 이용한다. AAS나 ICP-AES는 비교적 농도가 높은 것을 (1 mg/L 이상) 그리고 ICP-MS는 비교적 농도가 낮은 것을 (1 mg/L 이하) 분석하는데 주로 이용된다.

마. 무기 음이온의 측정

무기 음이온의 측정은 대개 IC (Ion Chromatograph)로 한다. IC로 분석되는 음이온은 CO₃를 제외한 대부분인데 (SO₄, NO₃, PO₄, F, NO₂, Cl, Br, I 등), 음이온의 종류에 따라 다르지만 아주 낮은 농도의 것에서부터 매우 높은 농도의 것에 이르기까지 비교적 정확하게 분석할 수 있다. CO₃는 적정법에 의해 분석하는 것이 일반적이며, 좀 더 정확한 분석을 위해서는 일반 적정법이 아닌 Gran법을 이용한다.

바. 유기물의 측정

유기물은 주로 GC(Gas Chromatograph)나 GC-MS (Gas Chromatograph-Mass Spectrometer)를 이용하여 측정한다. 물 내의 유기물을 이와 같은 기기를 이용하여 측정하기 위해서는 많은 경우 전처리 (농축등과 같은)를 할 필요가 있으며, 이와 같은 전처리는 정확한 분석을 위해서는 숙련을 필요로 한다.

2. 물 시료의 채취

위에서 개략적으로 살펴본 수질 측정 방법에 따라 측정을 한다면, 비교적 능숙한 연구자의 경우 충분히 훌륭한 측정치를 얻을 수 있을 것이다. 그러나, 수질 측정에 있어서 측정 방법도 중요하지만 그보다 먼저 어떻게 시료를 채취하느냐 하는 것이 측정 결과의 타당성을 결정한다고 하겠다. 옳지 않은 방법으로 채취된 시료에 대해 아무리 정확한 측정을 한다고 해도 그 결과는 이미 아무런 의미 없이 단지 숫자에 나열에 불과한 경우가 많다. 그러므로, 수질 측정 방법에 대해 자세히 알기 전에, 먼저 적절한 시료 채취 방법에 대해 숙지하여야 한다.

물 시료의 채취는 근본적으로는 물의 성분이 시간이 지나도 채취 당시의 것과 달라지지 않도록 하는 것을 목표로 한다. 이를 위해 물 채취시 몇 가지 처리 과정을 거치는데, 이러한 처리중 가장 대표적인 것이 여과 처리, 산처리, 살균 처리 및 냉장 처리이다. 이들 처리 방법에 대해 아래에 좀 더 자세히 기술하였다.

가. 여과 처리

여과 처리는 물 시료의 채취시 같이 포함된 고형 부유물을 제거하기 위한 것이다. 보통 여과 처리를 위해서는 $0.45\ \mu\text{m}$ 의 공극을 갖는 여과지를 사용하는데, 경우에 따라 아주 정확한 회귀 원소의 양을 분석하기 위해서는 $0.1\ \mu\text{m}$ 의 공극을 갖는 여과지를 이용하기도 한다. 여과지의 공극 크기가 $0.45\ \mu\text{m}$ 이든 $0.1\ \mu\text{m}$ 이든, 이들 여과지를 통해 여과를 하기 위해서는 반드시 강제 여과 장치가 있어야 한다 (예를 들면, 진공 펌프 같은 것). 중력을 이용한 자연 여과로는 물이 이들 여과지를 통과하지 못하기 때문이다. 음이온 분석을 위해서는 여과처리만을 한 시료를 사용한다.

나. 산 처리

산 처리는 물 시료 채취 후 있을지도 모르는 물리화학적 조건 변화에 따라 용액으

로부터 고상이 침전되는 것을 방지하기 위한 것이다. 산 처리는 보통 진한 질산 또는 1N 질산으로 하며, 채취된 시료의 pH가 대략 1-2 이하가 될 때까지 질산을 첨가하는 것이 원칙이다. 그러나, 지금까지의 경험에 비추어보면, 1 L 시료 당 질산 2-3 mL가 적당한 듯 하다.

다. 살균 처리

살균 처리는 시료 내의 미생물을 죽이기 위한 목적으로 한다. 이와 같은 살균 처리는 미생물의 활동이 수질 측정에 중대한 영향을 미칠 경우에만 하는 것이 바람직하다. 예를 들면, 물시료 내의 유기물의 양을 측정하려 한다면 당연히 살균처리를 하는 것이 좋다. 왜냐하면, 미생물들이 물에 녹아 있는 유기물을 먹이로 섭취하면서 원래보다 그 양이 감소할 수 있기 때문이다. 살균 처리는 여러 가지 방법이 있으며, 그 중 대표적인 것 중의 하나가 1L 시료에 염화 수은 10 mL를 첨가하는 것이다.

라. 냉장 처리

냉장 처리는 살균 처리보다 미생물의 효과를 방지하는데 효과적이지는 못하지만, 무기 이온의 양을 측정하기 위한 미생물의 영향 억제에는 충분해서 흔히 쓰이는 방법이다. 냉장 처리는 말 그대로 시료를 약 4°C를 유지하는 냉장고에 보관하면 된다.

3. 자료 해석

컴퓨터를 이용하여 자료를 해석하면 더 빠른 시간에 더 많은 자료를 더 정확하게 해석할 수 있다. 자료 해석을 위한 컴퓨터 프로그램은 셀 수 없을 정도로 많을 것이다. 여기서는, 그 중 자료의 통계 분석, 평형 분석, 그리고 지하수 모델링에 대한 프로그램에 대해 간략히 기술하고자 한다.

가. 통계 분석

통계 분석을 위한 컴퓨터 프로그램은 참으로 많다. 크기는 Main Frame용 IMSL Library Program에서부터 작게는 MS-EXEL과 같은 PC용 spread sheet 프로그램의 utility function까지 그 종류도 다양하다. 통계 분석을 위해 이 중 어떤 프로그램이 특별히 뛰어나다 하는 것은 없으며, 다만 자신 주변에서 편리하게 구할 수 있는 것이면 어느 것이나 좋다. 책임 연구자는 SPSS-PC 라는 통계 package를 갖고 있는데, 이 프로그램은 개인 사용자의 경우 약 40-80만원이면 구입이 가능하다. 이 프로그램은 가격에 비해 다양한 종류의 통계 분석을 비교적 쉽게 할 수 있도록 고안되어 있다. SPSS-PC를 통해 가능한 통계 분석은 평균, 표준 편차 등과 같은 간단한 것에서부터 시계열 분석, 요인 분석, 판별 분석, 회귀 분석, 주기 분석 등과 같은 비교적 복잡한 것까지 자유자재로 할 수 있다.

나. 평형 분석

용존 성분의 평형에 대한 분석을 위한 프로그램 중, 많이 알려진 것은 PHREEQ, WATEQ, MINTEQA2, EQ3/6등과 같은 것이 있다. 이 중, 가장 성능이 뛰어난 것은 EQ3/6이나 가격이 약간 비싸다. 그 외 위 프로그램들은 모두 무료로 공급하고 있다. PC 이용자에게 가장 좋은 성능을 보이는 무료 프로그램은 MINTEQA2인 것으로 생각된다. MINTEQA2는 미국 EPA CEAM에서 공급하고 있는데, 다음 주소로 디스켓과 함께 신청하면 바로 보내 준다.

Model Distribution Coordinator
Center for Exposure Assessment Modeling
US Environmental Protection Agency
Office of Research and Development
Environmental Research Laboratory
960 College Station Road

Athens, Georgia 30605-2720.

MINTEQA2는 또한 Internet을 통해 FTP로 바로 받을 수 있는데, 해당 주소는 다음과 같다.

erath1.epa.gov.

다. 지하수 모델링

위 두 종류의 프로그램과 마찬가지로, 많은 종류의 지하수 모델링 프로그램이 있다. 지하수 모델링 프로그램을 Internet을 통해 무료로 배포하는 곳이 있는 것은 알고 있다. 이러한 무료 프로그램을 받기 위해서는 먼저 웹사이트로 들어가서 Yahoo directory의 hydrology section으로 향해하면된다. 여기에 프로그램 MODFLOW/MODPATH에 대한 적용 연구가 검토된다.

4. 수질분석 결과

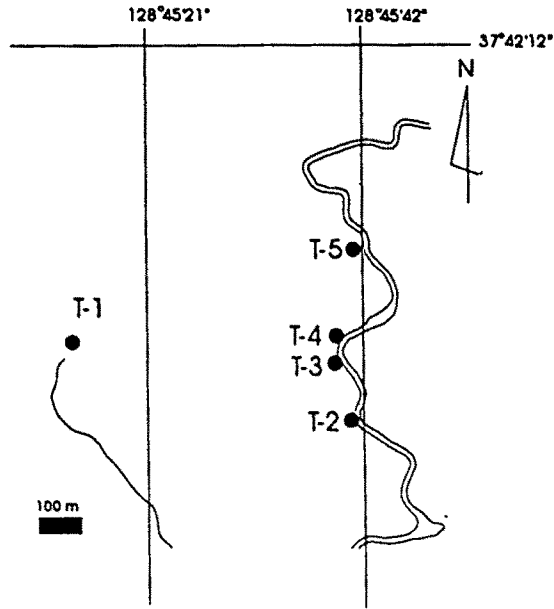
연구 지역에서 채취한 하천수 시료의 수질 및 화학 조성을 표. 9 에 정리하였으며, 이들 시료의 채취 위치는 그림. 58 에 표시하였다. 이들 수질 및 화학 조성 분석 결과를 보면, 모두 음용수 수질 기준에 적합하나, 일부 시료에서는 질산성 질소 및 황산 이온의 함량이 비교적 높아 오염 요인이 존재하고 있음을 나타낸다.

연구 지역에는 뚜렷한 오염원은 관찰할 수 없다. 다만, 대관령 지역은 영동 고속도로와 바로 인접해 있어서 자동차로부터 방출되는 다량의 배기가스가 오염원의 역할을 할 우려가 있으며, 거두리 지역에서는 주변의 과수원 및 논으로부터의 생활 하수 그리고 산포된 농약 및 비료가 오염원이 될 수 있을 것이나, 현재 그 영향은 심각하지 않은 것으로 생각된다. 채취된 하천수의 중금속 함량은 매우 미미하다. 중금속 중 아연 (Zn)과 바륨 (Ba)의 함량은 수 $\mu\text{g/L}$ 정도이나, 그 나머지는 대개 $1 \mu\text{g/L}$ 이하이다...

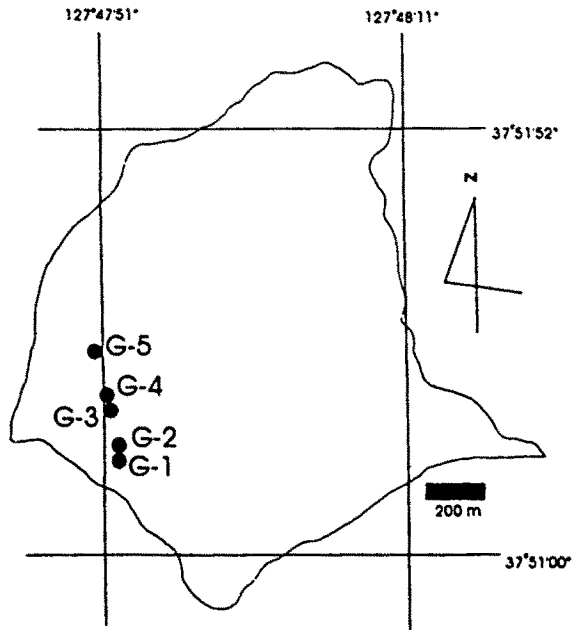
연구 지역에서의 하천수의 대략적인 지구화학적 특징을 알아보기 위해 Ca^{2+} , Mg^{2+} , $\text{Na}^{++}\text{K}^{+}$ 의 당량비 그리고 HCO_3^{2-} , Cl^{-} , SO_4^{2-} 의 당량비를 상호 비교하였다. 이러

표 9. 대관령 지역 및 거두리 지역 물시료의 수질 및 화학 조성.

시료 # 항목	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5	G-1	G-2	G-3	G-4	G-5
온도 (°C)	13.7	16.2	14.4	13.8	15.2	16.3	16.2	17.4	17.6	17.7
pH	6.19	6.14	6.23	6.71	6.92	6.92	6.27	6.74	7.12	7.12
Eh (mV)	406	432	418	432	425	455	483	461	427	440
전도도 ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	55	88	56	53	68	71	99	111	62	53
알칼리도 ($\text{mg CaCO}_3/\text{L}$)	25.30	9.743	10.996	14.66	14.78	32.93	8.522	15.91	22.32	18.86
경도 ($\text{mg CaCO}_3/\text{L}$)	13.04	9.02	11.09	10.89	13.66	24.68	32.93	38.49	19.33	14.55
H_4SiO_4^* (mg/L)	17.80	10.92	11.71	17.49	20.30	16.05	18.69	19.65	16.67	18.25
Al	0.012	0.055	0.028	0.024	0.021	0.199	0.043	0.030	0.049	0.355
Fe	0.010	0.020	0.010	0.010	0.010	0.070	0.030	0.030	0.060	0.260
Mg	0.62	0.53	0.60	0.59	0.77	1.30	1.69	2.13	1.14	0.75
Ca	4.20	2.74	3.45	3.39	4.20	7.74	10.4	11.9	5.86	4.59
Na	3.2	2.8	2.7	3.7	4.6	2.4	3.0	4.2	2.7	3.2
K	<0.1	<0.1	<0.1	0.4	<0.1	1.4	2.2	2.1	0.80	0.60
F	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Cl	1.70	2.04	2.07	2.57	2.39	2.19	3.19	4.16	1.94	2.29
NO_3	7.12	4.39	5.69	5.13	3.70	4.85	17.16	20.85	4.56	2.66
PO_4	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
SO_4	4.64	4.35	4.98	4.48	4.11	5.48	15.63	13.51	5.39	4.83
CO_3	30.36	11.69	13.20	17.59	17.74	39.52	10.23	19.09	26.78	22.63
Cr^{**} ($\mu\text{g}/\text{L}$)	0.3	0.3	<0.2	<0.2	<0.2	0.3	0.4	<0.2	0.3	0.2
Mn	1.33	1.37	0.7	1.18	0.8	2.6	3.9	3.7	8.8	3.7
Co	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
Ni	0.5	0.5	0.4	0.7	0.4	1.0	1.1	0.8	0.8	0.9
Cu	1.3	1.2	1.2	4.4	2.5	1.6	1.5	1.2	1.3	2.6
Zn	3.1	9.4	3.0	5.5	3.3	9.4	3.9	3.9	6.5	8.5
Ge	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.06	0.05	0.05	0.06	0.09
Cd	0.07	0.07	0.06	0.06	0.05	0.05	0.02	0.02	0.01	0.03
Ba	2.53	3.90	3.80	4.0	3.38	6.30	11.4	15.0	5.10	4.10
Hg	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
Pb	0.60	0.70	0.60	0.70	0.50	1.8	1.6	0.70	0.50	1.2
U	2.6	0.06	0.06	0.06	0.06	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
As	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2



[대관령 지역]



[거두리 지역]

그림 58. 대관령 및 거두리 지역의 하천수 시료 채취 위치.

한 비교를 위해 가장 흔히 쓰이는 도구가 “파이퍼 다이어그램 (Piper diagram)이다 (Piper, 1944) 그림. 59 는 연구 지역에서 채취된 하천수의 조성을 세계 평균 담수 (World average freshwater) (Livingston, 1963)와 함께 파이퍼 다이어그램에 표시한 것이다. 이로부터 연구 지역의 하천수는 세계 평균 담수보다 알칼리 금속 이온 (Na, K)의 함량과 탄산 이온의 함량이 약간 더 높음을 알 수 있다. 단, 거두리 지역의 두 시료는 주변 과수원으로부터의 오염으로 세계 평균 담수보다 황산 이온의 양이 더 많은 것으로 나타났다.

연구 지역의 하천수는 결국 이 지역의 지하수 화학 조성을 반영한다고 생각할 수 있다. 그러므로, 하천수의 화학 조성을 잘 살펴보면 지하수가 그 유동 경로를 따라 어떠한 암석, 좀더 엄밀하게는 어떠한 암석 내의 광물과의 반응을 통해 자신의 화학 조성을 결정할지 추측할 수 있다. 이와 같은 암석-물 간의 반응을 예측하기 위해 표. 9 의 수질 및 화학 조성 자료로부터 통계 및 평형 분석을 실시하였다. 하천수의 수질 및 화학 조성 자료의 통계 분석은 구조 자료에 대한 것과 마찬가지로 컴퓨터 프로그램 SPSS-PC를 이용하였으며 평형 분석은 컴퓨터 프로그램 MINTEQA2를 이용하였다 (통계 및 평형 분석의 컴퓨터 출력 자료는 부록에 첨부하였다).

하천수의 수질 및 화학 조성에 대한 통계 분석 결과 얻어진 각 항목의 평균, 표준편차, 최소값 및 최대값은 표. 10 에, 상관계수는 표. 11 에 그리고 요인값 및 그 기여율은 표.12 에 정리하였다. 이와 같은 통계 분석의 결과 중, 눈여겨 보아야 할 것은 상관계수와 요인 값들이다. 이는 상관 계수는 성분간의 상호 수반되는 경향성을 보여줌으로써 광물-물 간의 반응을 미루어 짐작할 수 있게 하기 때문이며, 요인 값은 하천수의 분산이 주로 어떠한 요인에 의해 얼마나 결정되는지 지시하기 때문이다. 표.11 에 정리된 상관 계수 값을 살펴보면, 대관령 지역의 경우 Al, Ca, H₄SiO₄ 및 Na 간에 비교적 상관 관계가 높으며, NO₃는 SO₄ 와 상관 관계가 비교적 높음을 알 수 있다. 이는 이 지역 하천수의 화학 조성이 주로 사장석 ((Na,Ca)AlSi₃O₈)과 물의 상호 반응에 의해

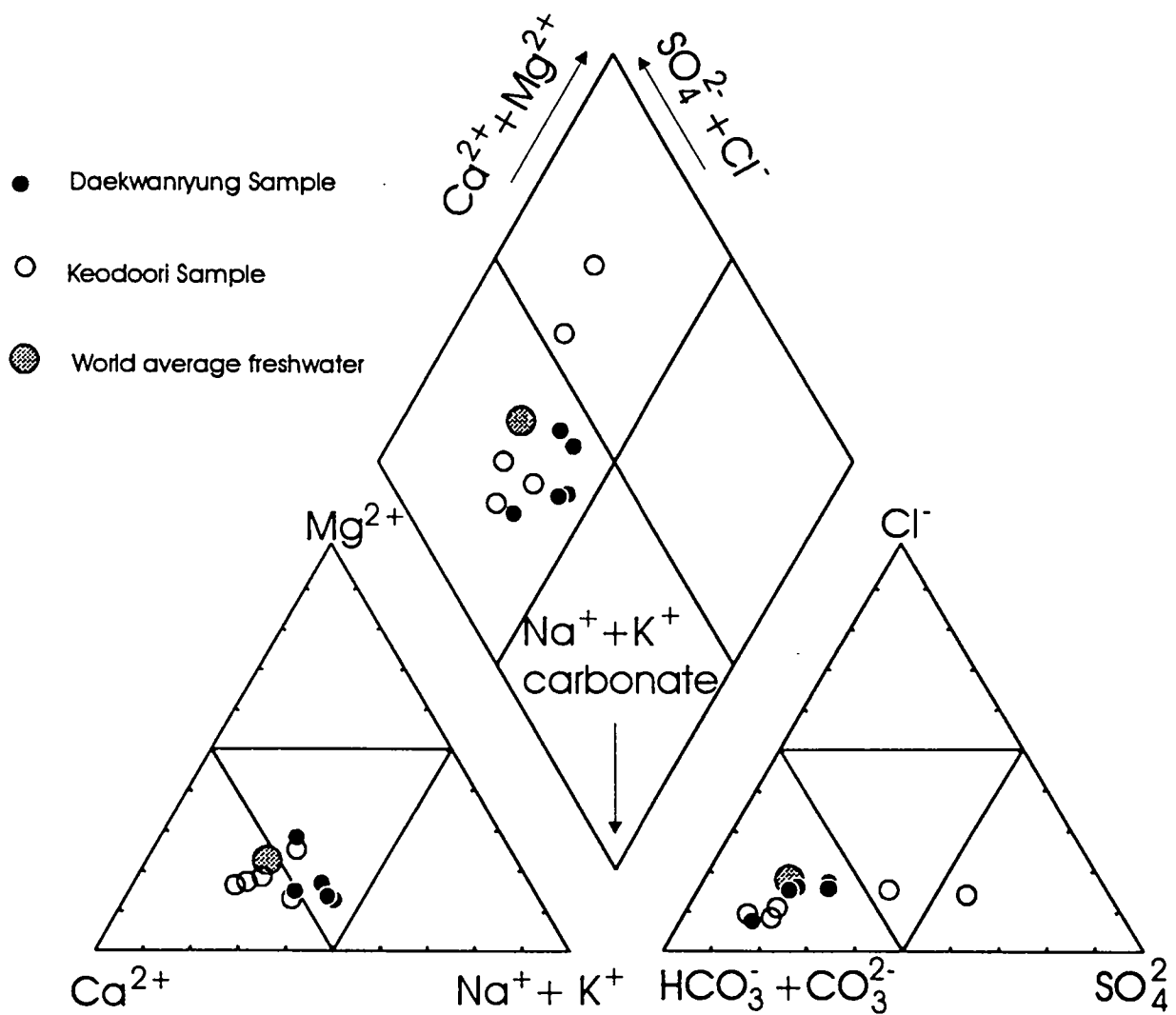


그림 59. 파이퍼 다이어그램 상의 대관령 및 거두리 지역의 하천수 조성.

표 10. 대관령 및 거두리 지역 하천수 시료에 대한 수질 항목 및 화학 조성의 평균, 표준편차, 최소값 및 최대값.

(각 항목의 단위는 표 8과 같음)

	대관령 지역				거두리 지역			
	평균	표준편차	최소	최대	평균	표준편차	최소	최대
온도	14.66	1.05	13.7	16.2	17.04	0.73	16.20	17.70
pH	6.44	0.35	6.14	6.92	6.83	0.35	6.27	7.12
Eh	422.6	10.95	406.0	432.0	453.2	21.29	427.0	483.0
전도도	64.0	14.65	53.0	88.0	79.20	24.76	53.0	111.0
알칼리도	15.1	6.12	9.74	25.3	19.71	8.97	8.52	32.93
경도	11.54	1.85	9.02	13.66	26.00	9.76	14.55	38.49
H ₄ SiO ₄	15.64	4.11	10.92	20.30	17.86	1.48	16.05	19.65
Al	0.03	0.02	0.012	0.055	0.14	0.14	0.03	0.26
Fe	0.01	0.00	0.01	0.02	0.09	0.1	0.03	0.355
Mg	0.62	0.09	0.53	0.77	1.40	0.53	0.75	2.13
Ca	3.60	0.62	2.74	4.20	8.10	3.05	4.59	11.90
Na	3.40	0.78	2.70	4.60	3.10	0.69	2.40	4.20
K	0.09	0.17	0.01	0.40	1.42	0.73	0.60	2.20
Cl	2.15	0.34	1.70	2.57	2.75	0.92	1.94	4.16
NO ₃	5.21	1.31	3.70	7.12	10.02	8.35	2.66	20.85
SO ₄	4.51	0.33	4.11	4.98	8.97	5.17	4.83	15.63
CO ₃	18.12	7.34	11.69	30.36	23.65	10.77	10.23	39.52

표 11. 연구 지역 하천수의 수질 항목 및 화학 조성간의 상관관계.

	Al	Ca	Cl	CO ₃	전도도	Eh	Fe	H ₄ SiO ₄	K	Mg	Na	NO ₃	pH	SO ₄
대관령 지역														
Al	1.00													
Ca	-.904	1.00												
Cl	.035	-.129	1.00											
CO ₃	-.766	.744	-.477	1.00										
전도도	.851	-.556	-.082	-.513	1.00									
Eh	.656	-.662	.767	-.768	.496	1.00								
Fe	.932	-.775	-.189	-.489	.916	.480	1.00							
H ₄ SiO ₄	-.759	.823	.317	.608	-.428	-.180	-.643	1.00						
K	-.138	-.186	.690	-.040	-.420	.480	-.250	.251	1.00					
Mg	-.581	.801	.290	.243	-.205	-.170	-.576	.782	-.200	1.00				
Na	-.448	.603	.597	.765	-.121	.190	-.431	.884	.216	.861	1.00			
NO ₃	-.493	.276	-.683	.701	-.599	-.800	-.349	-.050	-.033	-.342	-.507	1.00		
pH	-.373	.425	.820	-.041	-.209	.380	-.472	.764	.430	.754	.940	-.580	1.00	
SO ₄	-.165	-.110	-.426	.049	-.526	.490	-.278	-.512	-.055	-.465	-.738	.710	-.615	1.00
거두리 지역														
Al	1.00													
Ca	-.706	1.00												
Cl	-.495	.894	1.00											
CO ₃	.368	-.436	-.589	1.00										
전도도	-.714	.992	.926	-.532	1.00									
Eh	-.341	.780	.645	-.518	.768	1.00								
Fe	.927	-.753	-.433	.118	-.717	-.450	1.00							
H ₄ SiO ₄	-.230	.591	.864	-.819	.672	.480	-.033	1.00						
K	-.660	.972	.819	-.477	.960	.890	-.737	.537	1.00					
Mg	-.773	.983	.888	-.393	.979	.650	-.792	.571	.920	1.00				
Na	-.245	.567	.866	-.546	.633	.230	-.064	.905	.425	.609	1.00			
NO ₃	-.695	.957	.950	-.358	.985	.740	-.638	.775	.921	.945	.710	1.00		
pH	.531	-.773	-.612	.655	-.780	-.950	.570	-.489	-.891	-.671	-.199	-.770	1.00	
SO ₄	-.657	.893	.848	-.773	.926	.850	-.599	.739	.925	.842	.548	.950	-.916	1.00

표 12. 연구 지역 하천수의 수질 및 화학 조성 분산에 대한 요인.

항목	대관령 지역			항목	거두리 지역		
	요인 I	요인 II	요인 III		요인 I	요인 II	요인 III
Al	-.94116	.31697	-.11544	Fe	-.96113	.10394	-.21214
Ca	.93320	-.18557	-.30034	Al	-.87611	-.11343	-.16024
H ₄ SiO ₄	.91884	.27692	-.11306	Mg	.82273	.46382	.30897
Fe	.87826	.19197	-.33188	Ca	.75529	.43192	.45969
Mg	.78131	.36457	-.39454	전도도	.71230	.51168	.47043
Na	.72339	.66365	-.18153	K	.68371	.30247	.64162
전도도	-.69410	.40465	-.58225	NO ₃	.62214	.61347	.48635
CO ₃	.66571	-.53813	-.18298	Na	.18400	.98115	-.01172
NO ₃	.18966	-.93513	.20011	H ₄ SiO ₄	.04140	.92306	.37661
Eh	-.44425	.84711	.28224	Cl	.48439	.78587	.34610
Cl	.18016	.84600	.49044	pH	-.40324	-.14077	-.90337
SO ₄	-.15402	-.78537	.45922	Eh	.33331	.16876	.89166
pH	.63659	.75957	.11163	SO ₄	.50158	.48047	.71070
K	.16639	.34025	.84149	CO ₃	.02402	-.59877	-.62187
고유벡터	6.15338	4.89239	2.07926	고유벡터	10.13826	2.02603	1.16897
분산 %	44.0	34.9	14.9	분산 %	72.4	14.5	8.3
총분산 %	44.0	78.9	93.8	총분산 %	72.4	86.9	95.2

결정되며 여기에 NO₃와 SO₄의 오염이 부가적으로 영향을 미침을 의미한다. 이 지역 지하수도 또한 이와 비슷한 반응 및 오염 영향에 의해 그 조성이 결정될 것으로 생각된다. 이에 반해, 거두리 지역에서는 H₄SiO₄가 오직 Na와 높은 상관 관계를 보일 뿐, Ca나 Al과는 별 상관 관계가 없는 것으로 분석된다. 이는 거두리 지역의 사장석이 알바이트 조성에 가까워서 사장석과 물과의 상호 반응에 의해서는 주로 규산 성분과 Na만이 용출되기 때문이라 생각된다. 이 지역에서 Ca는 오히려 Mg나 K과 높은 상관 관계를 보이는데, 이는 의암층군에 속하는 변성 탄산염암 내의 석회 규산염 광물 및 탄산염 광물의 영향이라 생각된다. 거두리에서의 하천수 내의 NO₃ 함량은 대관령 지역에서와 마찬가지로 SO₄와 높은 상관 관계를 보이는데, 이 또한 오염에 의한 영향도 이 지역 수질을 결정하는데 하나의 역할을 함을 의미한다. 표. 12의 요인 분석 결과는 표. 11의 상관 관계 분석 결과와 일치한다. 표. 12의 대관령 지역 하천수의 수질 및 화학 조성 분산 요인들을 살펴보면, 대략 암석(광물)-물 간의 반응에 의한 분산이 44% (요인 I), 오염에 의한 분산이 35% (요인 II) 정도됨을 알 수 있다. 거두리 지역에서는 분석된 요인들을 정밀히 분석하기 곤란하지만, 암석-물 간의 반응에 의한 요인이 72% (요인 I), 오염에 의한 요인이 23% (요인 II, 요인 III) 전체 하천수의 수질과 화학 조성 분산을 설명하고 있음을 알 수 있다.

하천수의 평형 해석 결과로부터 하천수와 공생하는 광물의 종류를 나타낸 것이 그림 60이다. 그림 60를 보면, 대관령 및 거두리 지역 모두에서 하천수는 카올리나이트(kaolinite: Al₂Si₂O₅(OH)₄)와 공생하여야 함을 나타내는데, 이 결과와 앞의 통계 분석 결과를 종합하여 보면 다음과 같은 반응식이 연구 지역 모두에서 수질을 결정하는데 중요함을 알 수 있다.



사장석

카올리나이트

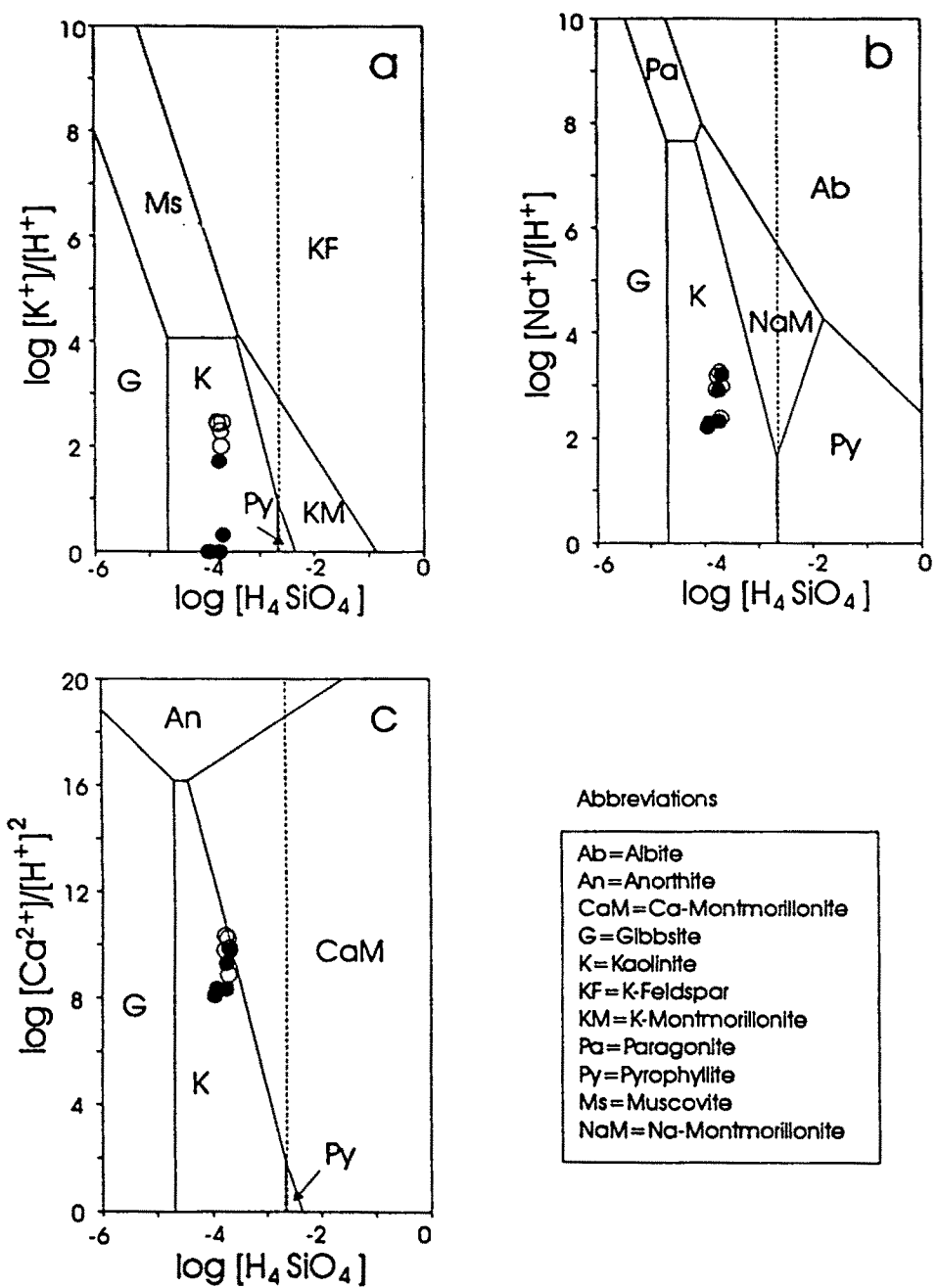


그림 60. 여러 광물상의 안정 영역을 표시하는 log 활동도 다이어그램 상의 대관령 및 거두리 지역의 하천수 활동도.

이상에서 연구 지역의 수질 특성, 화학 조성, 그리고 수질에 영향을 미치는 암석-물 반응의 정도 및 오염에 의한 영향 등에 대해 기술하였다. 지금까지의 내용을 종합하면 연구 지역에서 수평 측정하여 지하수를 개발한다면 그 지하수는 어떠한 용도(음용수, 농업용수, 관광 용수 등)에 사용해도 크게 무리는 없을 것으로 생각된다. 다만, 앞에서도 언급하였듯이, 지하수 개발 후에도 주변 오염원으로부터의 오염에 각별히 신경을 기울일 필요는 있으며, 이를 위해 정기적으로(특히, 갈수기 때에는 더욱 자주) 꾸준히 수질 검사를 할 필요가 있다.

제 10 절 맺 음 말

지금까지, 대관령 지역과 거두리 지역, 가아리지역, 왕산리지역, 하안미지역 및 성황동지역에 대한 야외 조사, 구조선의 방향 및 수질의 현장 측정, 암석의 현미경 관찰, 암석 및 하천수 시료의 화학 분석, 구조 자료 및 수질 자료의 통계 분석, 그리고 하천수의 화학 조성에 대한 평형 분석 등을 통해 연구 지역에서의 지하수의 유동과 지형 및 지질 구조와의 관계 그리고 수질 특성 및 수질에 영향을 미치는 요인에 대해 간략히 고찰하였다. 이를 간략히 요약하면 다음과 같다. 연구 지역의 수많은 단층 및 절리는 특정한 방향성을 파악하기가 어렵지만, 지하수의 유동이 이들 구조에 의해 어느정도 조절될 것이며, 또한 일반적으로 지하수위를 결정하는 지형에 의한 영향을 고려해야 할 것이다. 연구 지역에 비교적 큰 규모로 발달하는 특정한 단층 및 암맥은 주변 파쇄대의 존재 및 그들 자신의 투수성에 따른 독특한 성격에 따라 지하수 유동에 중요한 영향을 미칠 것이므로, 수평 측정 혹은 지하수 모델링을 시도하는 경우 이와 같은 지질 구조를 반드시 고려해야 할 것이다. 연구 지역의 수질은 주로 암석-

물 반응, 그 중에서도 특히 사장석과 물 간의 반응에 의해 결정될 것이며, 여기에 부가적으로 주변 도로나 농토로부터의 오염도 영향을 미칠 것이다. 연구 지역의 화학 조성을 볼 때, 전체적으로는 세계 평균 담수와 비슷하긴 하지만, 세계 평균 담수보다 알칼리 금속 이온 및 탄산 이온의 양이 약간 많은 편이다. 이러한 화학 조성을 갖는 연구 지역의 물은 모두 음용수 기준에 적합하므로 어떠한 용도로도 사용할 수 있을 것이다. 다만, 지하수 개발 후 이를 지속적으로 활용하는 경우, 이미 언급한 오염원들로부터의 오염을 경계하기 위해 꾸준하고 정기적인 수질 점검이 요망된다.

이번의 연구를 통해 축적된 지식은 타 지역의 지하수 개발에 있어서도 매우 유용하게 이용될 수 있을 것이다. 이와 같은 타지역에 대한 적용을 위하여 연구 조사에 실무적으로 필요하다고 생각되는 사항에 대해 정리하여 첨부하였다. 타 지역의 지하수 개발의 적용성을 고려할 때, 지질 구조와 지하수의 유동 및 그 양의 관계를 어느 정도 정량적으로 계량화한 수치모델의 개발이 부족했다는 것이다. 그 이유는 구조 자료의 방향성 및 상관성에 대한 충분한 조사기간의 부족으로 '야외조사자료의 결핍과 지하수량 측정 자료가 부족했기 때문이다.

이번 연구 결과를 구체적으로 강원도 내 어떠한 지역에 적용시킬 수 있을 것인가 하는 문제는 어떠한 지역에서 수평 착정을 이용한 지하수 개발이 꼭 필요할 것인가의 문제일 것이다. 수평 착정은 착정을 위한 지형의 굴곡이 있어야 하므로 산간 지대에서 특히 유리한 공법이라 할 수 있을 것이다. 이러한 점에서 보면, 강원도 내 거의 대부분의 지역에서 수평 착정을 위한 지하수 개발이 가능할 것이다. 수평 착정 공법을 적용시키기 위해서는 개발 지역에 대한 단순한 지하수 공급이외에 무엇인가 부가적인 이득이 있어야 할 것이다.

수평 착정을 이용한 지하수 개발로 인한 용수 공급 이외의 부가적인 이득은, 각자의 견해에 따라 다르겠으나, 특별한 관리가 필요없이 지하수의 유동 통로

중간에서 지하수를 뽑아 사용함으로써 용수 문제를 해결함과 동시에 지하수가 오염될 만한 곳으로 유입되는 것을 예방할 수 있다. 이러한 것 이외에 수평착정을 이용한 무동력 지하수를 실용화하기 위하여 기초 모델을 설정하면 다음과 같이 요약할 수 있다.

① 산악지형에서의 급경사 하부 암절취면에 대한 수평 착정을 실시하여 암반내를 유동하는 지하수를 확보할 수 있는 곳(먹는샘물 등에 사용).

② 산악지형에서 일부 충적층이나 풍화대가 깊게 발달되고 대수층내의 지하수의 유효 공극율이 크며(비산출을 대), 포장량 및 유동량이 많은 지역으로서 수평 착정시 지하수가 자연 유하될 수 있는 협곡부.

③ 직접유역 외에 간접유역 등에서 인위적인 수압을 발생(저수지, 지하유로 변경) 되어 수위 상승을 시켜 수평 착정시 다량의 지하수가 자연 유하 될 수 있는 지역.

④ 급경사부로서 수직적 찬공 방법으로는 지하수가 다량 흐르는 파쇄대를 관통할 수 없는 지역(편마암 지역을 화강암이 관입함으로서 완만한 화강암에서는 수직으로 파쇄대를 만날 수 없는 지역).

⑤ 오염원 및 염수 등 찬공 예정위치 하위에 존재하고 있어 하향식 찬공으로 지하수 확보시 오염의 우려가 있는 지역은 수평 착정으로 오염 및 염수 침투를 방지할 수 있는 지역.

⑥ 강원도 탄전 등 탄광폐수가 많은 지역중 폐갱내로 사용하던 하천수가 유입되거나 인입되는 지하수를 수평착정공으로 intercept 하여 활용할 수 있는 곳.

⑦ 높은 지역에서 시추한 시추공 중 양수량 부족(기준미달: 100Ton/day)으로 폐공하는 것을 수평착정공법을 병행하여 활용할 수 있는 지역.

⑧ 소계곡 지하댐 및 보(weir)를 설치하여 지표수를 지하수로 유동 통로를

변환하여 수은의 가온 효과, 수량증대 및 수질의 정화효과를 나타낼 수 있는 지역.

제 4 장 수평착정 조사

제 1 절 머 리 말

수평착정 조사는 충적층 및 풍화대등 비교적 수량이 풍부한 지역에 대한 조사와 암반층 조사로 구분하였으며 1차년도 시행은 수리학적으로 여러 Factor가 존재하는 암반공 조사를 시행하였다. 시행지구 중 대관령지구는 절리와 암맥에 의한 대수층 모델을 설정하여 수평착정 위치로 선정하였으며, 왕산리지구는 단층 파쇄대 자료를 얻기 위해 조사되었다.

시험착정 조사후 수량, 수질 및 수온 등을 조사하였으며, 2차년도에는 석회암 내에 발달한 공동대 대수층의 조사방법 및 암질이 상이한 경계부에 대한 시추조사를 실시하여 수압시험, 수온 채취 등의 기법을 연구하고 수평 착정공에서의 출수량 감소의 수압 변화 및 추정 수위 변동 등을 연구 시험하였다.

수평 착정 공법을 이용한 단층 파쇄대의 지하수 개발, 또는 중하향(경사) 착정공법을 이용하여 단층 파쇄대가 존재하는 피압 지하수를 굴착하면 증력에 의한 자분 현상으로 집수면적이 매우 적은 산 정상부에서도 개발이 가능하다.

이러한 분출은 석회암을 제외하고는 수량이 비교적 적으므로 수평 굴착을 이용하여 자연적으로 유동하는 지하수를 인위적인 통로를 만들어 채취하는 것이 수평 착정 방법이다.

본 공법의 특징은,

a) 비교적 고지대 부근에서도 수원을 확보할 수 있으며, 자연유하에 의한 물을 공급할 수 있어 시설비용 및 동력비를 절감할 수 있다.

b) 암반 균열대의 지하수는 용존 산소가 거의 없기 때문에 무균이다. 또한 암

석에 유래하는 철, 망간, 불소 등을 함유하는 것도 있다. 그러므로 공사 착수로 용수의 수질 조사를 통하여 사전에 피압 지하수의 수질을 예상할 수 있다.

c) 일반적으로 수질이 좋은 것은 수조내에 침전물이 없고 동력을 사용하지 않으므로 전기 시설비, 기계설치비 및 유지 관리가 쉽다.

d) 퇴적층의 대수층내에 설치된 관로는 철, 망간 등에 의하여 노후화 현상이 생길수 있으나 수평 착정에 의한 공은 이러한 현상을 방지할 수 있다.

e) 평지의 지하수는 평면적으로 분포하고 있으며 취수시 지하수위 저하의 영향으로 인위적인 오염(농약, 오수) 등의 가능성이 크지만 수평착정공법은 주로 고지대의 수리적 수두가 높은 곳에서 지하수를 개발하므로 인위적인 오염의 가능성이 적다.

f) 산악부에서는 오염과 떨어져 있는 경우가 많고 취수시 영향이 매우 적으므로 수원 오염의 우려가 적다. 수평 착정공법은 저가의 물을 확보할 수 있다.

제 2 절 착정조사

물리탐사 및 여러기법을 사용하여 기초 조사를 시행한 후 본 조사는 층적층 조사와 이질성을 갖는 신선한 암반을 대상으로 착정 조사를 시행하였으며 조사 위치는 강릉시 대관령 부근과 왕산면 왕산리 도로변 및 평창군 대화면 하안미리에서 시행하였다. 본 시험의 기본 연구는 굴착시 문제점 및 착정 조사후 수량, 수질, 수온 및 수압 등의 자료를 추출하고자 시행되었다.

수평 착정조사 장비는 TOP-MB, 공압기(DPC-250), 발전기 및 부대품을 사용하여 착정조사를 하였다.

수평 착정조사는 층적층에서 기존에는 85 m/m 구경의 굴착을 시행하고 있으나 이번 연구에서는 새로이 암반 굴착심도를 증가시키기 위하여 114 m/m (4.5

inch) hammer bit를 사용 굴진하며, 1차로 대관령 지역에서는 60 ~ 80 m 를 굴착 조사하여 100 m 이상을 시공할 수 있는 방법을 제시하였다. 굴진 방향의 결정을 $\tan \theta = \sin \alpha \times \tan \theta'$ 로 위경사를 구할때 위경사각이 $86^\circ \sim 87^\circ$ 로서 거의 진경사와 비슷하게 교차되므로 이와같은 방법을 적용하였다.

1차년도 수평착정공의 현재 출수되는 지하수는 질리땀, 소규모의 단층대를 통하여 유출되는 것으로서 7.5m³/日의 양수량을 보이니 시간이 경과할수록 수량의 변동이 예상된다.

왕산지구의 수평 착정조사는 추후 굴착 심도를 증가시키기 위하여 114 m/m(4.5 inch) Hammer - bit를 사용하여 굴진, 63 m를 조사하였다. 굴진 방향은 $\tan \theta = \sin \alpha \cdot \tan \theta'$ 의식을 이공하여 경사도를 고려할때 단층면이 도로 방향과 거의 일치하므로 상류측 직접 유역에 영향을 증대시키기 위하여 54° 로 착정하였다. 이는 수평 착정위치에서 N 20 E 방향의 단층대를 통해 흐르는 중력수를 추출하기 위한 것이었다.

조사시 Fault clay 는 포화되어 극히 일부 유출되고 있으며 굴착 조사후 출수량은 7 Ton/Day 내외를 보여준다.

향후 공내 조사를 위하여 PACKER를 설치, 구간별 수량, 수질 및 수온등을 조사하고자 설치하였으며, 공내 수압변화를 측정하고자 압력 게이지를 설치하였다.

하안미 지구에서는 수평착정 대상지를 3m간격으로 격자망을 구성하여 정밀한 물리 탐사 후 나타나는 2곳의 이상대를 선정하여 4.5" hammer bit를 사용하여 굴착하였다. 굴진방향은 제 1호공의 경우 S10E로, 경사는 지형의 경사를 고려하여 $+2^\circ$ 로 선정하여 착정하였다. 25m의 수평착정조사 결과 수량은 약 30톤/일이 확보 되었다. 제 2호공은 N40E 방향으로 설정하였으며, 경사는 $+2^\circ$, 총 착정 길이는 30m를 실시하였다. 착정 결과 화산암류인 felsite와 퇴적암(사암) 접촉부에서 약 130톤/일, 총 160톤/일의 수량을 확보하였다. 이상의 3개 지구에 대한 수평착정 조사 결과는 표.13 과 같다.

표 13 . 수평착정 조사 결과

조 사 공	착정방향	경 사	심 도	구조대 방향	양수량 (m ³ /d)	지 질 구조대	풍화도
대 판 령 1 호 공 2 호 공 3 호 공 4 호 공	N 68 W N 82 W N 80 E N 75 E	(+8° 경사) (+6° 경사) (+5° 경사) (+8° 경사)	60 m 80 m 80 m 80 m	N 21 E 87 SE	5 4 2.5 0.7	절 리	Fresh
왕 산 리 1 호 공	N 72 E	(+8° 경사)	63 m	N 18 E 80NW Fault	5	단 층 파쇄대	M.W.
하안미리 1 호 공 2 호 공	S10E N40E	(+2° 경사) (+2° 경사)	25m 30m	N10W 70SW	30 133	파쇄대, 암질경계	S.W. - M.W.

*M.W.=Moderately Weathered, S.W.=Slightly Weathered

제 5 장 지하수 오염 가능성 평가

수평 착정 위치 선정에 있어서 중요한 요인은 지표 오염원에 의한 지표수질의 악화와 토양의 오염은 맑은물 개념의 지하수가 오염으로 부터 완전히 보호된 상태가 아니라는 것이다. 시간적, 공간적 형태의 환경 오염원은 시간적 차이는 있으나 서서히 지표수나 토양 및 지하수를 오염시키는 요인이 된다. 그러므로 이러한 모든 오염 유발가능성은 그 지역의 수리 지질학적인 조건을 우선적으로 평가하여 그 지역의 지하수 환경에 어느정도 오염을 유발할 가능성이 있는지 평가 되어야 한다.

본 조사에서는 미국에서 널리 사용하고 있는 DRASTIC기법에 의한 지하수 오염 가능성 평가와 Legrand의 Point-Count System에 의한 잠재 오염 가능성을 평가하고자 한다

제 1 절 DRASTIC에 의한 지하수 오염 가능성 평가

DRASTIC(A Standardized System for Evaluating Ground Water Pollution Potential Using Hydrogeologic Setting)이란 일정한 지역에서의 지하수 오염 가능성(Ground Water Pollution Potential)을 이에 관계되는 요인들의 영향을 수치적으로 평가하고, 전체 인자들의 영향을 종합하여 평가하는 방법으로 1987년 미국 정호협회(NWWA)에 의하여 개발되었다(EPA-600/2-87-035). 이 방법의 개발초기에는 지하수 오염에 영향을 미칠 가능성이 있는 많은 요소들이 고려 되었으며, 이 중에는 대수층의 화학성분, 온도, 투수랑계수(Transmissivity) Tortuosity, 기체상태의 이동 등까지도 포함 되었다.

그러나 이들 요소 중에서 지하수의 이동에 영향을 미치며 지도상에서 추적이 가능한 수리지질학적인 인자들(Hydrogeologic Factors)만을 선택하였으며, 다음 7가지가 결정 되었다.

D - 지하수면의 깊이(Depth to Water)

R - 순수 충전량(Net Recharge)

A - 대수층의 지질성분(Aquifer Media)

S - 토양의 구성성분(Soil Media)

T - 지형(Topography)

I - 비포화대 매질의 영향(Impact of the Vadose Zone Media)

C - 대수층의 수리 전도도(Hydraulic Conductivity of Aquifer)

이들 각 인자들의 지하수 오염에 대한 상대적인 영향을 평가하기 위하여 각 인자에 대하여 Weights와 Ranges 그리고 Rating으로 수치를 부과하여 일정한 지역에서 DRASTIC지수를 산출하고, 이 지수를 비교하여 타지역에 대한 상대적인 지하수 오염의 가능성을 평가한다.

이 방법은 현재까지 수집된 그지역의 수리지질학적인 자료들을 오염 가능성에 대하여 최대한 활용할 수 있는 이점이 있으며 지하수 자원의 개발 및 보전 지역의 설정, 지하수 수질 감시체계의 설치 및 이미 오염된 지하수의 정화방안, 자원 및 토지이용계획의 수립에 중요한 기초자료를 제공한다. 또한 먹는 샘물의 원수가 환경오염으로부터 얼마만큼 안전한가를 평가하는 기본 기법으로 사용된다.

제 2 절 DRASTIC의 가정

DRASTIC은 다음의 4가지를 기본 가정으로 하였다.

- ① 오염원은 지표에 위치한다.
- ② 오염물질의 지하유입은 강수의 충전에 의하여 발생한다.
- ③ 오염물질은 물과 같은 유동성을 갖는다.
- ④ DRASTIC으로 평가하는 지역은 0.4km² 이상이다.

위의 4가지 가정을 충족 시킬 때 지하수 오염 가능성을 정확히 지시할 수 있으며 평가지역 면적을 0.4km²이상으로 한 것은 국지적인 지하수 흐름보다는 광역적인 지하수의 유동방향을 고려한 것이다.

열극 암체내에서의 지하수 유동방향은 파쇄대의 발달방향(Fracture Orientation)에 의해 직접적인 영향을 받을 것이므로 오염물질의 이동 방향 역시 파쇄대의 발달방향과 일치하는 방향으로 유동이 급히 일어날 것이다. 따라서 지하수 오염환경의 분석은 이러한 파쇄대 탐지에서부터 출발되어야 한다.

제 3 절 연구지역의 오염 가능성 평가

연구지역을 대상으로 DRASTIC에 의한 지하수 오염 가능성을 평가할 때 대관령 지역, 및 대기리 지역 및 하안미 지역의 환경 오염원 중 1군, 2군, 5군 및 6군은 직접적인 영향을 주지 않으며, 4군은 27항목중 대기오염물질 또는 농약만이 지하침투의 항목에 해당되므로 지하수 오염 취약성이 거의 없다는 것을 나타낸다 (표 14. a, b, c).

용수골지역 및 거두리지역은 환경오염원중 4군, 5군 및 6군이 중요 오염원에 해당될 우려가 있어 지하수 오염 취약지구로 나타난다 (표 15. a, b, c).

성황동지역 역시 환경 오염원 중 4군만이 주요 오염원이나, 석회석 광산의 개발에 따른 광산폐수 등에 의한 지하수 오염의 취약성이 상존하고 있다 (표 16.).

표 14-a. 대관령 지구의 지하수 환경 오염원 평가

종 류	공간적 형태	시간적 형태	중요 오염원
1군. 배출, 방류 목적으로 설치된 오염 물질 1. 지하침투식(정화조, 구성물 웅덩이) 2. 주입정(유해폐기물, 염수와 같은 비유해폐기물) 3. 지상 살포(관계용 살포, 슬러지와 축산 폐수의 농업용 지상 살포, 유해 및 비유해 폐기물 살포)	Ph P D.P	Y T, S S	
2군. 오염물질의 처리 및 저장 또는 처분 설비로부터 누출된 오염물질 4. 매립지(특정 폐기물, 생활폐기물)의 침출수 5. 폐기물의 불법 투기 6. 주거지에서 폐기물의 무단 폐기 7. 지표 저류 시설 8. 폐광석의 보관장 9. 폐기물의 야적장 10. 비폐기물의 야적장 11. 공동묘지 12. 죽은 가축의 매장지 13. 지상 탱크(유류, 유해화학물질) 14. 지하 탱크(유류, 유해화학물질) 15. 저장 용기(컨테이너) 16. 야의 소각장 및 폭발 현장 17. 방사능 폐기물 처분장	Ph Ph Ph Ph Ph Ph Ph Ph Ph Ph Ph Ph Ph Ph Ph Ph	S S S S S S S S S S S R R R S Y.S.R	
3군. 운송, 배관 시설로부터 누출된 오염물질 18. 배관(유해 폐기물, 비유해 폐기물, 송유관, 하수관)에서 누출 19. 운송 과정에서 누출	Ph ,	R ,	
4군. 기타 활동으로 배출 및 살포된 오염물질 20. 관개용수의 재순환 21. 농약살포 22. 비료 살포 23. 가축 사육장의 가축 분뇨 및 폐수 24. 제설, 제빙제 살포 25. 도시지역이 강수 유출 26. 광산 개발에 따른 광산 폐수 27. 대기 오염물질의 지하 침투	D D D Ph F P.D.F " D	S S S Y S S S S	○ ○

종 류	공간적 형태	시간적 형태	중요 오염원
5군. 지하수 흐름 경로 변경에 따른 오염물질 28. 채취정(유정, 가스정, 지열, 취수정) 29. 기타 목적의 관정(관측정, 시험정) 30. 공사용 지하굴착	P , P,D,F	Y , S	
6군. 인간 활동에 의해 자연적으로 발생된 오염물질 31. 지표수와 지하수의 상호작용 32. 자연적인 검출 33. 대수층내 오염수 침입과 염수의 역상승 현상	F D,F ,	, Y,S S	
P : 점 오염원 D : 비점 오염원 F : 전면 오염원 h : 국지 오염원 Y : 연간 S : 계절 R : 불규칙적			

표. 조사지역 주변의 잠재오염 형태

소 제 지	형 태	비 고
장흥시 삼산면 어흘리	고속도로변	

표 14-b. 대기리 지구의 지하수 환경 오염원 평가

종 류	공간적 형태	시간적 형태	중요 오염원
1군. 배출, 방류 목적으로 설치된 오염 물질 1. 지하침투식(정화조, 구성물 웅덩이) 2. 주입정(유해 폐기물, 염수와 같은 비유해 폐기물) 3. 지상 살포(관제용 살포, 슬러지와 축산 폐수의 농업용 지상 살포, 유해 및 비유해 폐기물 살포)	Ph P D.P	Y T, S S	
2군. 오염물질의 처리 및 저장 또는 처분 설비로부터 누출된 오염물질 4. 매립지(특정 폐기물, 생활 폐기물)의 침출수 5. 폐기물의 불법 투기 6. 주거지에서 폐기물의 무단 폐기 7. 지표 저류 시설 8. 폐광석의 보관장 9. 폐기물의 야적장 10. 비폐기물의 야적장 11. 공동묘지 12. 죽은 가축의 매장지 13. 지상 탱크(유류, 유해화학물질) 14. 지하 탱크(유류, 유해화학물질) 15. 저장 용기(컨테이너) 16. 야외 소각장 및 폭발 현장 17. 방사능 폐기물 처분장	Ph Ph Ph Ph Ph Ph Ph Ph Ph Ph Ph Ph Ph Ph Ph	S S S S S S S S S S R R R S Y.S.R	
3군. 운송, 배관 시설로부터 누출된 오염물질 18. 배관(유해 폐기물, 비유해 폐기물, 송유관, 하수관)에서 누출 19. 운송 과정에서 누출	Ph ,	R ,	○
4군. 기타 활동으로 배출 및 살포된 오염물질 20. 관개용수의 재순환 21. 농약살포 22. 비료 살포 23. 가축 사육장의 가축 분뇨 및 폐수 24. 제설, 제빙제 살포 25. 도시지역이 강수 유출 26. 광산 개발에 따른 광산 폐수 27. 대기 오염물질의 지하 침투	D D D Ph F P.D.F ,	S S S Y S S S S	○

종 류	공간적 형태	시간적 형태	중요 오염원
5군. 지하수 흐름 경로 변경에 따른 오염물질 28. 채취정(유정, 가스정, 지열, 취수정) 29. 기타 목적의 관정(관측정, 시험정) 30. 공사용 지하굴착	P , P,D,F	Y , S	
6군. 인간 활동에 의해 자연적으로 발생된 오염물질 31. 지표수와 지하수의 상호작용 32. 자연적인 견출 33. 대수층내 오염수 침입과 염수의 역상승 현상	F D,F "	, Y,S S	
P : 점 오염원 D : 비점 오염원 F : 전면 오염원 h : 국지 오염원 Y : 연간 S : 계절 R : 불규칙적			

표. 조사지역 주변의 잠재오염 형태

소 계 지	형 태	비 고
강릉시 왕산면 대거리	국도변	

표 14-c. 하안미 지구의 지하수 환경 오염원 평가

종 류	공간적 형태	시간적 형태	중요 오염원
1군. 배출, 방류 목적으로 설치된 오염 물질 1. 지하침투식(정화조, 구성물 응덩이) 2. 주입정(유해폐기물, 염수와 같은 비유해폐기물) 3. 지상 살포(관계용 살포, 슬러지와 축산 폐수의 농업용 지상 살포, 유해 및 비유해 폐기물 살포)	Ph P D.P	Y T, S S	
2군. 오염물질의 처리 및 저장 또는 처분 설비로부터 누출된 오염물질 4. 매립지(특정폐기물, 생활폐기물)의 침출수 5. 폐기물의 불법 투기 6. 주거지에서 폐기물의 무단 폐기 7. 지표 저류 시설 8. 폐광석의 보관장 9. 폐기물의 야적장 10. 비폐기물의 야적장 11. 공동묘지 12. 죽은 가축의 매장지 13. 지상 탱크(유류, 유해화학물질) 14. 지하 탱크(유류, 유해화학물질) 15. 저장 용기(컨테이너) 16. 야외 소각장 및 폭발 현장 17. 방사능 폐기물 처분장	Ph Ph Ph Ph Ph Ph Ph Ph Ph Ph Ph Ph Ph Ph Ph	S S S S S S S S S S R R R S Y.S.R	
3군. 운송, 배관 시설로부터 누출된 오염물질 18. 배관(유해 폐기물, 비유해 폐기물, 송유관, 하수관)에서 누출 19. 운송 과정에서 누출	Ph ,	R ,	
4군. 기타 활동으로 배출 및 살포된 오염물질 20. 관개용수의 재순환 21. 농약살포 22. 비료 살포 23. 가축 사육장의 가축 분뇨 및 폐수 24. 제설, 제빙제 살포 25. 도시지역이 강수 유출 26. 광산 개발에 따른 광산 폐수 27. 대기 오염물질의 지하 침투	D D D Ph F P.D.F " D	S S S Y S S S S	○ ○

종 류	공간적 형태	시간적 형태	중요 오염원
5군. 지하수 흐름 경로 변경에 따른 오염물질 28. 채취정(유정, 가스정, 지열, 취수정) 29. 기타 목적의 관정(관측정, 시험정) 30. 공사용 지하굴착	P , P.D.F	Y , S	
6군. 인간 활동에 의해 자연적으로 발생된 오염물질 31. 지표수와 지하수의 상호작용 32. 자연적인 검출 33. 대수층내 오염수 침입과 염수의 역상승 현상	F D.F ,	, Y.S S	
P : 점 오염원 D : 비점 오염원 F : 전면 오염원 h : 극지 오염원 Y : 연간 S : 계절 R : 불규칙적			

표. 조사지역 주변의 잠재오염 형태

소 계 지	형 태	비 고
평창군 대화면 하안거리	농경지	상류구배

표 15-a. 용수골 지구의 지하수 환경 오염원 평가

종 류	공간적 형태	시간적 형태	중요 오염원
1군. 배출, 방류 목적으로 설치된 오염 물질 1. 지하침투식(정화조, 구성물 웅덩이) 2. 주입경(유해폐기물, 염수와 같은 비유해폐기물) 3. 지상 살포(관계용 살포, 슬러지와 축산 폐수의 농업용 지상 살포, 유해 및 비유해 폐기물 살포)	Ph P D.P	Y T, S S	
2군. 오염물질의 처리 및 저장 또는 처분 설비로부터 누출된 오염물질 4. 매립지(특정 폐기물, 생활폐기물)의 침출수 5. 폐기물의 불법 투기 6. 주거지에서 폐기물의 무단 폐기 7. 지표 저류 시설 8. 폐광석의 보관장 9. 폐기물의 야적장 10. 비폐기물의 야적장 11. 공동묘지 12. 죽은 가축의 매장지 13. 지상 탱크(유류, 유해화학물질) 14. 지하 탱크(유류, 유해화학물질) 15. 저장 용기(컨테이너) 16. 약의 소각장 및 폭발 현장 17. 방사능 폐기물 처분장	Ph Ph Ph Ph Ph Ph Ph Ph Ph Ph Ph Ph Ph Ph Ph	S S S S S S S S S S S R R R S Y.S.R	
3군. 운송, 배관 시설로부터 누출된 오염물질 18. 배관(유해 폐기물, 비유해 폐기물, 송유관, 하수관)에서 누출 19. 운송 과정에서 누출	Ph ,	R ,	○
4군. 기타 활동으로 배출 및 살포된 오염물질 20. 관개용수의 재순환 21. 농약살포 22. 비료 살포 23. 가축 사육장의 가축 분뇨 및 폐수 24. 제설, 제빙제 살포 25. 도시지역이 강수 유출 26. 광산 개발에 따른 광산 폐수 27. 대기 오염물질의 지하 침투	D D D Ph F P.D.F " D	S S S Y S S S S	○ ○ ○

종 류	공간적 형태	시간적 형태	중요 오염원
5군. 지하수 흐름 경로 변경에 따른 오염물질 28. 채취정(유정, 가스정, 지열, 취수정) 29. 기타 목적의 관정(관측정, 시험정) 30. 공사용 지하굴착	P , P.D.F	Y , S	○
6군. 인간 활동에 의해 자연적으로 발생된 오염물질 31. 지표수와 지하수의 상호작용 32. 자연적인 견출 33. 대수층내 오염수 침입과 염수의 역상승 현상	F D.F ,	, Y.S S	
P : 점 오염원 D : 비점 오염원 F : 전면 오염원 h : 국지 오염원 Y : 연간 S : 계절 R : 불규칙적			

표. 조사지역 주변의 잠재오염 형태

소 제 지	형 태	비 고
인제군 인제읍 갈아리 (용수증)	농경지	

표 15-b. 거두리 지구의 지하수 환경 오염원 평가

종 류	공간적 형태	시간적 형태	중요 오염원
1군. 배출, 방류 목적으로 설치된 오염 물질 1. 지하침투식(정화조, 구성물 웅덩이) 2. 주입정(유해폐기물, 염수와 같은 비유해폐기물) 3. 지상 살포(관계용 살포, 슬러지와 축산 폐수의 농업용 지상 살포, 유해 및 비유해 폐기물 살포)	Ph P D.P	Y T, S S	○
2군. 오염물질의 처리 및 저장 또는 처분 설비로부터 누출된 오염물질 4. 매립지(특정 폐기물, 생활폐기물)의 침출수 5. 폐기물의 불법 투기 6. 주거지에서 폐기물의 무단 폐기 7. 지표 저류 시설 8. 폐광석의 보관장 9. 폐기물의 야적장 10. 비폐기물의 야적장 11. 공동묘지 12. 죽은 가축의 매장지 13. 지상 탱크(유류, 유해화학물질) 14. 지하 탱크(유류, 유해화학물질) 15. 저장 용기(컨테이너) 16. 야외 소각장 및 폭발 현장 17. 방사능 폐기물 처분장	Ph Ph Ph Ph Ph Ph Ph Ph Ph Ph Ph Ph Ph Ph Ph	S S S S S S S S S S R R R S Y.S.R	○
3군. 운송, 배관 시설로부터 누출된 오염물질 18. 배관(유해 폐기물, 비유해 폐기물, 송유관, 하수관)에서 누출 19. 운송 과정에서 누출	Ph ·	R ·	
4군. 기타 활동으로 배출 및 살포된 오염물질 20. 관개용수의 재순환 21. 농약살포 22. 비료 살포 23. 가축 사육장의 가축 분뇨 및 폐수 24. 제설, 제빙제 살포 25. 도시지역이 강수 유출 26. 광산 개발에 따른 광산 폐수 27. 대기 오염물질의 지하 침투	D D D Ph F P.D.F · D	S S S Y S S S S	○ ○ ○ ○

종 류	공간적 형태	시간적 형태	중요 오염원
5군. 지하수 흐름 경로 변경에 따른 오염물질 28. 채취정(유정, 가스정, 지열, 취수정) 29. 기타 목적의 관정(관측정, 시험정) 30. 공사용 지하굴착	P , P.D.F	Y , S	○
6군. 인간 활동에 의해 자연적으로 발생된 오염물질 31. 지표수와 지하수의 상호작용 32. 자연적인 검출 33. 대수층내 오염수 침입과 염수의 역상승 현상	F D.F ,	Y.S , S	○
P : 점 오염원 D : 비점 오염원 F : 전면 오염원 h : 국지 오염원 Y : 연간 S : 계절 R : 불규칙적			

표. 조사지역 주변의 잠재오염 형태

소 계 지	형 태	비 고
주천시 동래면 거두리	과 수 원	상류구배

표 16. 성황동 지구의 지하수 환경 오염원 평가

종 류	공간적 형태	시간적 형태	중요 오염원
1군. 배출, 방류 목적으로 설치된 오염 물질 1. 지하침투식(정화조, 구성물 웅덩이) 2. 주입정(유해 폐기물, 염수와 같은 비유해 폐기물) 3. 지상 살포(관계용 살포, 슬러지와 축산 폐수의 농업용 지상 살포, 유해 및 비유해 폐기물 살포)	Ph P D.P	Y T, S S	
2군. 오염물질의 처리 및 저장 또는 처분 설비로부터 누출된 오염물질 4. 매립지(특정 폐기물, 생활 폐기물)의 침출수 5. 폐기물의 불법 투기 6. 주거지에서 폐기물의 무단 폐기 7. 지표 저류 시설 8. 폐광석의 보관장 9. 폐기물의 야적장 10. 비폐기물의 야적장 11. 공동묘지 12. 죽은 가축의 매장지 13. 지상 탱크(유류, 유해 화학물질) 14. 지하 탱크(유류, 유해 화학물질) 15. 저장 용기(컨테이너) 16. 야외 소각장 및 폭발 현장 17. 방사능 폐기물 처분장	Ph Ph Ph Ph Ph Ph Ph Ph Ph Ph Ph Ph Ph Ph Ph	S S S S S S S S S S S R R R S Y.S.R	
3군. 운송, 배관 시설로부터 누출된 오염물질 18. 배관(유해 폐기물, 비유해 폐기물, 송유관, 하수관)에서 누출 19. 운송 과정에서 누출	Ph ·	R ·	
4군. 기타 활동으로 배출 및 살포된 오염물질 20. 관개용수의 재순환 21. 농약살포 22. 비료 살포 23. 가축 사육장의 가축 분뇨 및 폐수 24. 제설, 제빙제 살포 25. 도시지역이 강수 유출 26. 광산 개발에 따른 광산 폐수 27. 대기 오염물질의 지하 침투	D D D Ph F P.D.F " D	S S S Y S S S S	○ ○ ○ ○ ○

종 류	공간적 형태	시간적 형태	중요 오염원
5군. 지하수 흐름 경로 변경에 따른 오염물질 28. 채취정(유정, 가스정, 지열, 취수정) 29. 기타 목적의 관정(관측정, 시험정) 30. 공사용 지하굴착	P , P.D.F	Y , S	
6군. 인간 활동에 의해 자연적으로 발생된 오염물질 31. 지표수와 지하수의 상호작용 32. 자연적인 검출 33. 대수층내 오염수 침입과 염수의 역상승 현상	F D.F ,	, Y.S S	
P : 점 오염원 D : 비점 오염원 F : 전면 오염원 h : 극지 오염원 Y : 연간 S : 계절 R : 불규칙적			

표. 조사지역 주변의 잠재오염 형태

소 계 지	형 태	비 고
영월군 북면 성황동	능경지	

제 4 절 염수에 의한 담수의 오염 방지

투수성이 좋은 지층으로 이루어진 도서 및 해안 지방의 담수 지하수는 해수와 담수의 비중차로 인하여 염수 상부에 담수가 부존한다 (Ghybeen-Herzberg 원리). 이것은 정역학적인 상태를 가정한 것으로 실제에 있어서는 지하수 함양량과 이용량의 변화 또는 조석에 의한 주기적인 해수면의 변화에 의해 확장되거나 수축된다. 담수 지하수체가 부존할 수 있는 수직적 범위는 다음과 같이 정의되며, 수리지질학적 여건에 따라 지역적인 차이를 나타낸다.

$$Z = \frac{\rho W}{(\rho S - \rho W)} \times h$$

Z = 평균해수면 하부의 담수 지하수체의 깊이

ρW = 담수 지하수의 밀도 (1.00)

ρS = 해수의 밀도 (1.025)

h = 평균 해수면 상부의 지하수위 높이 (수두)

이 식에서 볼 때, 해수의 밀도가 1.025이고 담수 지하수의 밀도가 1일 경우 염분을 포함한 지하수(해수)가 부존할 수 있는 깊이는 평균 해수면 상부 지하수위의 40배 이하가 된다. 즉 수두가 1m일 경우 염분을 포함한 지하수는 약 40m 이하에서부터 부존될 수 있다. 따라서 어느정도 투수성을 갖고 있는 양호한 도서 해안 지역에서는 대략 수직으로 40 ~ 50m를 시추한다면 이러한 해수의 침입에 의한 담수의 오염현상 까지

도 배제할 수 없을 것이다. 그러므로 이러한 지역에서 염수에 의한 오염을 방지하기 위해서는 수평차정을 통한 지하수의 개발이 가능한 지형적 여건일 경우 이러한 문제 없이 용수의 확보가 가능할 것이다.

제 6 장 지하수 이용시설 조사

제 1 절 용수공급 자료 분석

용수공급 시설의 실용화 부문을 분석하기 위하여 농업 기반조성 사업으로 시행되고 있는 '94 및 '95 발기반 정비와 농어촌생활용수 이용시설 설계 지구(7지구)를 분석하였으며 발표된 논문 등을 조사하였다.

강원도는 발기반용수사업 부문이 많은 농어가에 혜택을 주고 있으나 대체로 고지대에 발이 분포되어 있고 일부 지표수는 상당 기간 낮은 온도를 갖고 있으므로 일부 용수공급 부문은 동력이 필요하게 된다. 동력은 전기를 이용함으로써 적지않은 관리비 발생으로 농민에 부담이 되고 있다. 근대적 농업기술은 노동생산성 및 토지생산성을 증대시키기 위하여 노동력 절약과 다수확 안정효과를 크게 발휘하는데 있다.

이로 인하여 기계와 시설 등의 각종 생산자재의 급증으로 농업구조가 일부 에너지 소비과다형으로 변형되어 있기도 하다. 그러므로 강원도의 농업은 특히 에너지 유효이용과 적극적인 대체 에너지를 이용한 생산기술의 개발이 절실히 요구되고 있다.

최근 시설농업의 발전으로 대체 에너지의 도입 예가 압도적으로 많은 보조 열원은 지하수라고 할 수 있다. 무동력 지하수의 활용은 보조 동력원으로서 청정하며 관리가 간편하고 시설비 및 관리비가 적은 장점이 있으나 무동력 지하수 확보조건이 높은 지대에서 많은 수량을 확보하기 어려운 단점이 있다.

10 ~ 15℃ 내외의 저온 천층 영역으로 수량 확보시 보온 및 온도를 하강시키기에 우수할 것으로 사료된다. 특히 수평착정 공법을 이용한 무동력 지하수가 시설원에 맞고랭지 특용작물 재배 등에 있어서 보조 가온 기능을 발휘하기 위하여는 시설보다 높은 위치의 에너지와 보다 높은 열원 및 수량이 필요하므로 기온 규모에 따라 위치 선

정이 매우 중요하다. 위치에너지를 갖기 위해서는 급경사와 model이 필요하며, 높은 열원의 확보는 지역적인 문제가 될 것이다. 수량은 석회암 지역 등의 다량의 용출수 (온도는 7.5 ~ 13℃ 이고 용출량은 12,940 ~ 259,200톤/일) 또는 수원을 공급할 수 있는 소유역댐, 저수지, 수직지하수공, 터널 및 암반 저온저장고 등의 연계되어 사용목적에 따른 다양한 활용 model이 필요하다.

이러한 활용 기술 조사, 분석하여 model을 설정하고 열역학 전문가의 분석을 통한 실증을 거친 설계가 필요하다.

제 2 절 지하수를 이용한 열이용 조사

지하수를 이용한 무동력 활용 기술 중 총량 에너지 자체는 매우 크지 않으나 위치에너지는 크고 온도는 거의 차이 없는 12 ~ 13℃ 내외일 것으로 나타나 있어 양수량이 에너지에 매우 중요하다. 오지 농어민에게 혜택을 주기 위해서는 큰 양수량이 필요치 않을 것으로 사료되어 국내외의 자료를 조사 분석하여 농어가에 근접된 파이프를 이용한 간편한 지중열 교환방식을 모델로 제시하고자 한다. 이를 통하여 겨울에는 가온효과 여름에는 냉방효과를 취하고자 자료를 수집분석 하였다.

1. 지하수의 농업 이용기술

농업에 이용되는 열원은 구조지질학 및 수리지질학적 분류에 의하면 마그마 관입과 관계되는 화산성 지열과 비화산성 심층 열수가 대부분 이다. 일본의 경우에는 화산성 지열은 산악지역이나 눈이 많이 오는 지역에 대부분 분포하나 국내의 지질은 전자는 일부 국한된 곳에 분포하고 있으며, 비화산성 열수의 상당 부분은 여러 곳에 분포되어 있으므로 이용하기가 편리하나 수온이 중요한 요소가 되고 있다.

지열수 이용시 주의할 점은 열수에 포함된 산, 알카리 및 인체 건강보호의 환경기준

에 규제를 주는 As등이 있다. 산이나 알칼리는 중화방식을 취하여 이용하고, As등은 정수와 열교환방식을 이용하여 사용토록 하며, 열교환용 청수원을 확보해 두는 것이 필요하다. 열교환 능률은 이용할 열원의 종류와 열교환기의 종류에 따라 상이하다. 고온 열수를 이용할 때에는 금속판식 열교환기에서 볼 수 있는 대교류 시키는 방식이 상당히 높은 열교환율을 나타낸다. 그러나 저온 열수에서는 열교환 능률이 저하된다. 그러므로 동력이 필요없는 열교환 방법이 필요하다.

농업에서의 지열이용은 대부분 시설원예이지만 원예의 대부분은 평지에 분포하고 있으며, 화산성 지열은 극히 일부지역에 분포하므로 에너지 수송에 문제가 있다. 일반적인 심층 열수는 에너지 효율이 약하기 때문에 이용설비에 과대한 투자가 필요하므로 시설비를 감소할 수 있는 수평착정 공법이 유리하다.

에너지 생산비는 열이용 범위와 열이용 기간에 따라 달라지기 때문에 이용하는 열원이 갖는 엔트로피와 지열의 기상조건, 재배 작물의 종류, 세 조건의 최적의 방법을 구하고 최소한의 에너지 공급으로 장기간 이용할 수 있는가가 매우 중요한 요인이다.

우리 나라와 같은 저온영역 열수가 많은 나라에서는 방열기의 방열면적이 많이 필요하며, 외부 기온이 상승할 경우 방열성이 적다.

다음표는 온도와 열수의 질적 비중계수의 관계를 나타내는 표이다.

표. 17 온도와 비중계수

구 분	질적비중계수	사용하는 열량의 비중계수	가격적 비중 (ex1)	가격비중 (ex2)
60 ~ 45℃	50 ~ 60	15℃	60%	69%
45 ~ 35℃	30 ~ 25	10℃	24%	19%
35 ~ 25℃	20 ~ 15	10℃	16%	12%

지열수를 농업에 이용할 경우 생산비 계산은 열수원가에 대한 시설운영 연간경비

를 연간 사용 열수량에서 제한 것으로 나타낸다. 연간경비는 고정비와 변동비로 나눌수 있고 고정비는 인건비, 전기요금, 유지비, 수리비 등으로 다양하며, 일반적으로 건설 투자액의 10 ~ 15% 정도(일본의 예)가 예상되고 변동비는 3~5% 정도로 예상되고 있다.

중유가격 A원/ℓ, 열효율 70%, 발열량 9.430 kcal/ℓ로 하고 운전 유지비를 연료비의 10%로 볼 경우, 에너지 생산은 $1.1 \times A \times 1000/9430 \times 0.7 = 0.08165A/1000\text{kcal}$ 이다.

마. 지열이용과 환경보존

지열 개발시 개발 및 에너지 운반 문제에 유의할 필요가 있으며 화산성 지열이용시 주의해야 할 것은

- (1) 수목벌채에 의한 동식물 영향
- (2) 건축물에 의한 경관 변화
- (3) 열수중에 포함된 As등의 영향
- (4) 하천 폐기물의 하천영향
- (5) 배관 등의 방열에 의한 동식물 영향 등이다.

비화산성 요인에 의한 지열의 이용은 큰 문제가 없다.

2. 농업에서의 이용분야

농업에서 지열의 이용분야는 가온, 냉방, 증기소득, 생활용수로서의 온수 등이다. 가온 이용은 가장 진보된 분야로 열이용 폭도 100 ~ 35℃정도까지 포함하고 있으며, 저온 열수용의 방열기 개발에 의해 더욱 열이용 폭이 확대될 것이다.

저온역 열수는 주로 가온 효율이 높은 지중 가온으로 이용되고 여름에는 냉방에 이용되거나 관수용으로 사용되고, 적설 지대에서는 가온 이용 후의 열수를 제설에 이용

가능하다. 또한 농산물의 가공이 필요한 지역에서는 가온, 냉방 이외에 세척용수로서 이용이 가능하다. 국외에서의 지열의 이용은 일본, 헝가리, 이탈리아, 소련, 아이슬랜드 등에서 이용사례가 많다. 지열은 시설원예에서의 이용이 가장 많으며 유리온실, 비닐 하우스 등에 의한 야채, 화훼 재배 용수 등이 주이다.

3. 지열 열수의 방열성과 유효 이용기술

가. 열수의 방열성을 지배하는 요인

열수온도와 가온대상(온실과 실온)과의 온도차

- (1) 열수온도 : 실제 이용시 저온열수는 가온 목표온도와 외기 온도차가 큰 경우, 가온 열원으로 사용된다.
- (2) 열수유량 : 방열기의 방열면적과 대비되고 설계 방열량을 확보 하도록 유량의 산정이 중요하다.
- (3) 방열면적 : 가온에 필요한 방열기의 방열면적의 결정에는 일반적으로 다음식이 이용된다.

$$A = H/K (tp - tr)$$

단, A : 방열파이프의 표면적

H : 가온 필요열량 kcal/hr

K : $hc + hr$

hc : 파이프에서 열전도로 전해지는 열

hr : 파이프에서 방사되어 전해지는 열

tp : 열수온도

tr : 실내 설정온도

열수에 의한 가온일 경우 방열기 방열면적 m^2 당 $400kcal/m^2 \cdot hr$ 를 "1"로 정하여 방열 면적의 기준으로 삼는다.

(4) 방열자재

방열기에는 열전도율이 높은 알루미늄, 동 등의 파이프가 일반적으로 이용되고 방열효율을 높이기 위하여 Foam등을 포장 사용하고 있다. 저온 열수에서는 여러 종류의 방열관을 이용한다. 방열자재의 열전도는 다음과 같다.

$$g = -\lambda A \cdot dt/dL$$

단, λ : 열전도율 kcal/m · hr · °C

A : 열이 흐르는 면적 m²

dt : 열의 흐름을 일으키는 온도차 °C

dL: 열이 흐르는 물질의 흐름 방향에 대한 길이 m

열수의 방열성을 높이기 위하여 고려할 것은 열전도율과 자재 두께이다.

나. 열수이용의 제원과 실험치

시설원예에 대한 가온 필요 열량의 계산;

난방 디그리아워(Degree Hour)라는 필요 난방기간에 목표 실내온도를 확보하기 위하여 난방 부하 시간과 그 시험의 온도차의 상승력을 말하는 것이다.

$$DH = 0.5 (T_c - T_{min}) \cdot (24-s) \quad (1962)$$

$$DH = 5.9 (T_c - T_{min})^{1.22} \quad (1968)$$

$$DH = 2.18 (T_c - T_{min})^{1.66} \quad (1976)$$

T_c : 난방 설정치 (°C)

T_{min} : 최저외 기온 (°C)

S : 가조 시간 (hr)

다음의 방법은 열수를 이용한 난방필요시간 산출 예이다

中天氏(日)의 방법;

$$DH = 0.33 [(Q_i - Q_{min}) (M-S)]^{1.13}$$

Q_i : 난방에 의해 유지되는 하우스내 기온

Q_{min} : 실외 최저온도

M : 그 달의 총시간수

S : 그 달의 가조시간 (hr)

(계산예) 1월의 조건 $Q_i = 15^{\circ}\text{C}$, $Q_{min} = -5.3^{\circ}\text{C}$

$$M : 24\text{hr} \times 31\text{일} = 744\text{hr},$$

$$S : 44\text{hr}, \text{ 간격} : 7.2\text{m}$$

$$\text{상면적} : 168.5\text{m}^2, \text{ 표면적} 317.7\text{m}^2$$

$$DH = 0.33 [(15 - (-5.3))(744 - 44)]^{1.13}$$

$$= 16.253^{\circ}\text{C H} \quad 1\text{월분}$$

이 방법 외에도 三原氏(日)의 방법 등이 있다.

$$Q_n = A u (1 - f_r) D H_n$$

$$D H_n = \sum_{i=1}^n \int_{t_i}^{t_{i+1}} (Q_{in} - Q_{out}) dt$$

Q_n : 기간난방부하 (kcal)

u : 평균난방부하계수 ($\text{kcal} \cdot \text{hr}^{-1} \cdot ^{\circ}\text{C}^{-1}$)

$D H_n$: 난방시 온도 ($^{\circ}\text{C} \cdot \text{hr}$)

n : 적산기간의 일수

Q_{in} : 설정실내온도 ($^{\circ}\text{C}$)

Qout : 설정외기온도 (℃)

(1-fr) : 보온피복에 동반되는 보정항

fr : 은실표면적

DH의 산출, $Q_{in} \geq Q$ 의 경우

$$DH = 24 (QH-QM)(Q_{in}-QL/QH-QL)^2 - S(Q_{in}-QM)^2/2(QH-QM)$$

여기서,

QM : 실외의 월평균기온

QL : 실외 일일 최저기온의 평균치

S : 1일 일조시간의 월평균치

QH : 일최저기온의 월평균치

(산출예) 조건은 中天氏의 예와 같다. 이 조건에서는

$Q_{in} > QH$ 의 식을 이용한다.

$$DH = 24\{15.0 - (-2.0)\} - 1.4[15 - \{1.2 + (-2.0)/2\}] = 386.4 (\text{℃hr/day})$$

$$1\text{월중의 수치, } 386.4 \times 31 = 11,978.4 \text{℃}$$

$$Q_n = 318\text{m}^2 \times 5.5 \times (1-0) \times 11,978.4 = 20,950,222\text{kcal}$$

(기간중 총시간수에 대한 가온 부하 시간율 : 79.9%)

$$1\text{월의 가온중에서 hr/m}^2\text{당의 열량 : } 167.1\text{kcal/m}^2\text{hr}^{-1}$$

다. 시설원예에 대한 냉방의 제원과 시험치

유리실의 냉방 부하 계산은 다음과 같다.

$$Q_c = q_t + q_a + q_g$$

Qc : 총 냉방 부하

qt : 열관류에 의한 부하

qa : 지중에서의 방열량

qg : 틈새 바람에 의한 부하

제 3 절 워터컷튼 하우스 보온 기술의 체계화 및 평가

국내에 발표된 논문을 조사하여 기초 자료로 활용하고자 하였으며 내용은 다음과 같다.

가. 지하수 에너지 이용 가능열량 : $Q_u(\text{kJ/yr})$

$$Q_u = \text{용수량(L/min.)} \times \text{물의 비열(kJ/kg} \cdot \text{K)} \times (\text{지하수온} - 4^\circ\text{C}) \times \text{이용가능율(0.5)}$$

----- (1)

나. 최대보온 부하량 : $Q_m(\text{kJ/hr})$

하우스 보온 설비용량을 결정하는데 소요되는 최대보온 부하량의 산정은 다음 식에 근거 하였다.

$$Q_m = A_w \times (h_t + h_{ven}) \times (T_0 - T_{min.}) + A_f \times B_0$$

----- (2)

여기서, A_w : 온실벽면적 (m^2)

A_f : 온실마루면적(m^2)

T_0 : 보온 설정온도 ($^\circ\text{C}$)

$T_{min.}$: 실외 최저온도 ($^\circ\text{C}$)

h_t : 온실의 열관류율 ($\text{W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$)

h_{ven} : 환기 전열계수 ($\text{W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$)

B_0 : 지중 전열량 (W/m')

다. 기간보온 부하량 : $Q_t(kJ)$

보온용 총 에너지 산정과 석유대체율 평가를 위한 기간보온 부하량 산정은 다음 식에 근거하였다.

$$Q_t = A_w \times (h_t + h_{ven}) \sum (T_o - T_{ou}) + A_f \sum \dots\dots(3)$$

여기서, T_{ou} : 시각별 실외기온 ($^{\circ}C$)

$(T_o - T_{ou})$: 보온 디그리아워($^{\circ}C-hr$)이다.

라. 기간중(1월)의 중유소비량 : $V(L)$

$$V = Q_t / H \times E_f \times a \times b \dots\dots\dots(4)$$

여기서, H : 중유 1리터당의 발열량 ($36,427kJ$)

E_f : 난방기의 열효율(0.856)

a : 안전계수(1.1)

b : 덕트 보정계수로 덕트 방식에 따라 지상덕트(0.95) 및 덕트 없는 상위 취출(1.05)로 구분함.

마. 보온비용 = 감가상각비 + 운전경비

$$\text{여기서, 감가상각비} = \text{취득원가} - \text{잔존가격/내용년수} \dots\dots\dots(5)$$

단, 잔존가격은 취득원가의 10%임

5. 지하수를 이용한 제설 및 제빙

지온이 높은 지역의 지하수를 이용한 제설 및 해빙시설은 일본의 추운지방 및 북유

럽에서 많이 시행되고 있으며, 특히 교통안전과 밀접하기 때문에 상당한 연구가 진행되고 있다.

제설 및 제빙에 대한 이론은 구조물(도로 등) 하부에 매설관식 heating system(일반적으로 파이프 배관)을 설치 가온하는 방법이거나 구조물 하부에 살수장치를 설치 지하수를 분사하여 그 열을 이용하여 눈을 녹이거나 얼음을 제거하는 방법이다.

일본의 경우에는 방설계획에 반영, 60년대 이후로 계속적으로 사업을 연계하여 시행하였으며, 직할 국도로부터 일반도로 및 간선도로까지 폭설로 인한 문제가 있는 도로를 사업 대상 지구로 추진하였다. 시험구조물은 일반도로, 철도 및 공항 등에 설치하여 시행하였으며, 현재까지도 제반 시험이 진행되고 있다.

매설방식은 도로하부 콘크리트나 아스팔트에 직접 매설하여 제설 및 제빙시설로 이용하고 있으며, heating temperature가 높은 지방에서는 도로하부에 있는 아스팔트 하층에 자갈, 모래를 타설하고 그 안에 heating pipe를 매설하여 열전도로 하여금 제설 및 제빙시설로 이용하고 있다.

국내에서는 구조물에 대한 제설 및 제빙시설이 전기에 의한 heating system이 일부 연구되고 있다. 이 system은 도로 등의 하부에 매설하는 방식으로 전기에 의한 heating cable을 매설 가온하는 방식이다.

본 연구에서는 강원도 등 고지대 지역에서 수평착정으로 지하수가 확보될 때, 이를 관리가 필요없는 상기의 매설방식을 통하여 아스팔트 도로 등의 하부에 지하수 관을 매설하여 (그림. 61) 폭설시 도로에 쌓인 눈을 어느 정도 용설 할 수 있는 방법에 대한 기초연구를 하고자 하였다. 그러나 도로상의 교통장애를 유발시킬 수 있고 연구 소요 비용의 과다로 문헌조사에 그쳤으며 차후 실험을 통한 실제 적용시험을 실시한다면 어느 정도 효과를 거둘 수 있을 것이다.

가. 지하수를 이용한 제설 기술

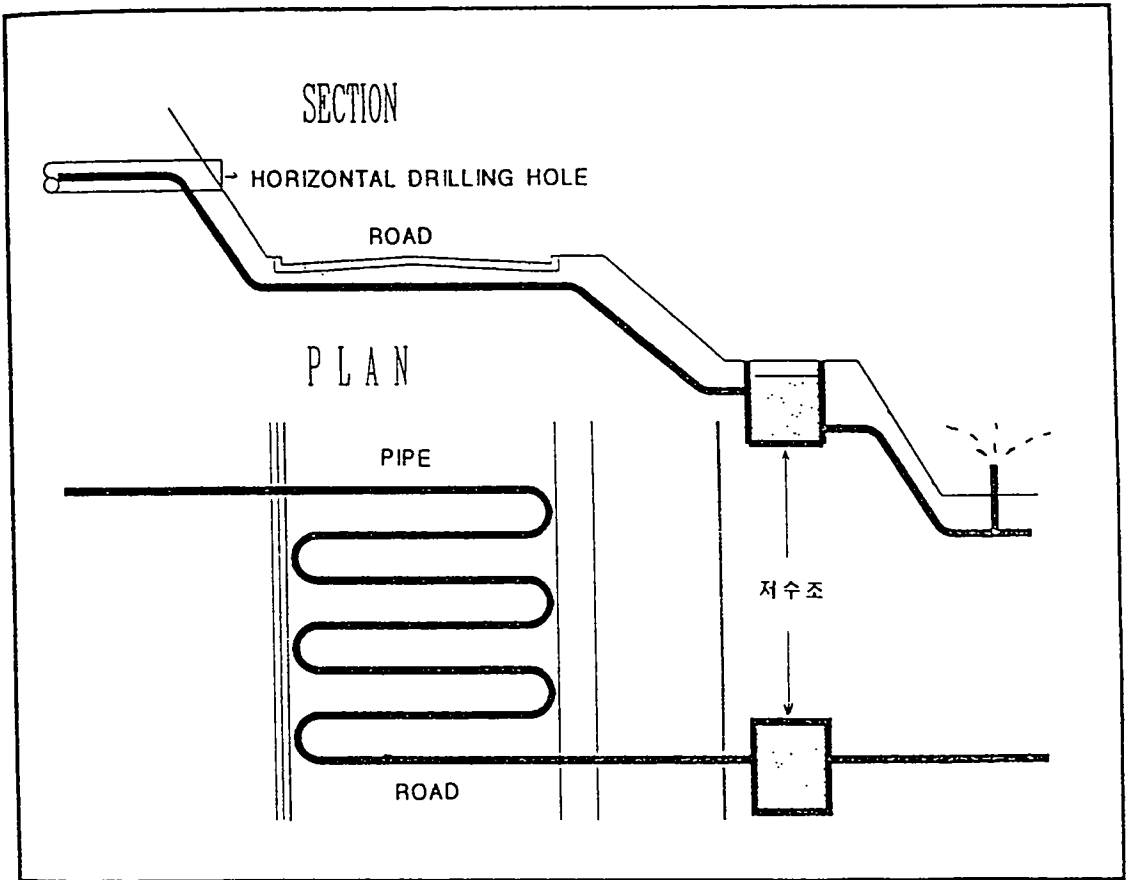


그림 61. 지하수를 이용한 열 이용 시설 모식도.

최근 물의 이용은 쉽게 얻을 수 있는 지하수에 의존하는 율이 높아지고 있으며 해마다 수위저하에 의한 양수불능의 정호가 회복되는 등, 과잉급수에 의한 피해도 줄어들고 있다. 특히 제설을 위해 일제히 양수를 함으로써 강설시에는, 지상의 잔여 눈이 있어도 지하수의 고갈로 기능을 발휘할 수 없고 지하수에 의존하는 것에도 한계가 있다.

지하수위는 이것을 반영하고, 최대 사용시에는 사용량을 줄일 때 회복된다. 건물등 포장도로에 의해 지표가 덮여지고 지표로부터의 공급이 차해 되고 있다. 이에 따라 회복이 일어나고 수위는 연중 저하되고 있다.

나. 지하수를 이용한 제설 기술의 설계 예 (일본)

(1) 설계시 유의사항

소설파이프의 기본적인 원리는, 매설한 배관으로부터 물을 분출시켜 물의 열에너지를 이용한 강설 등 얼음을 녹이는 방법이며, 여기서 이용하는 물은 주로 지하수가 사용된다. 일부에서 하천수, 해수, 가열온수, 온천수, 공장의 온배수등이 이용된다. 일반적으로 지하수를 이용하는 소설파이프를 설계하는데 필요한 조건은 다음과 같다.

(가) 지하수가 풍부하고, 또한 수온이 높아야 한다.

(나) 겨울의 기온이 극히 낮은 지역은 시설후의 남은 물이 동결되는 수도 있다. 또한 지하수 온도가 낮아지고 지표에서의 동결현상이 나타나는 등 관리상 주의가 필요하다.

(다) 유말처리 시설비가 중요하며, 충분한 배수용량이 필요하다. 배수가 불량한 장소인 민가에서의 침수 등, 포장의 파손원인 등과, 함수의 대유에서는 지하수온도의 유효한 활용이 감소한다.

(라) 제설할 도로면이 평탄하지 않으면 곤란하다. 도로면에서 요철부분이 있고 평탄하게 흐르지 않으면 강설이 잔류하게 된다.

(마) 도로에 부설시는 항상 노면이 노출되어 있어, 타이어 체인 및 스파이크타이어에 기인하는 포장면의 마모, 파손 등이 일어나므로 주의가 필요하다.

(바) 비교적 많은 눈이 내리는 지대에서는 펌프가 필요하며, 강설량이 많은 장소의 시설비는 펌프 운전비가 높게 든다.

(2) 소설시설의 장단점

(가) 장 점

- 제설작업에 의한 교통장애를 일으키는 곳
- 연속 살수를 하는 곳의 노면동결방지, 심야의 제설에 의한 압설의 발생을 방지할 수 있다.
- 강설강도에 따라 완전한 소설이 가능하다.

(나) 단 점

- 수량부족 또는 정전시 사용이 불가능하며, 이러한 곳에서는 다양한 제설체제가 필요하다.
- 강설량이 많고 기온이 저하될 때에는 살수시기, 정지시기를 오판하여 적설에 의한 노면 피복등 노면의 동결을 일으킨다.
- 지하수위의 급상승과 같은 기설관정의 수위강하와 고갈을 일으킬 수 있다.
- 시설의 경계부근에서 물의 팽창으로 동결현상이 일어나기 쉽다.

(3) 소설 파이프의 구조.

(가) 정호

소설을 위한 정호에는 타입식 및 굴착정호 등이 있다. 타입정정호는 얇은 대수층으로부터 채수할수 있는 장소에서 관경75m/m정도의 강관에 스트레너를 설치하여 지하에 타입하는 간단한 것으로서 공사비가 저렴하다. 굴착정호는 100~250m/m 정도의

강관을 이용하여 깊은 대수층에 적당하다. 이러한 정호 형식을 선택하여 이미 설치된 정호의 지질주상도를 참고한다. 이러한 자료를 이용할 수 있는 장소에서는 전기탐사법에 의해 대수층을 추정한다.

(나) 펌프

얕은 정호에서는 자흡식 펌프 및 터빈펌프가 사용되며, 양정을 충분히 고려하여 여유있는 설계가 필요하다. 깊은 정호는 수중펌프 11kwh ~ 19kwh 정도에서 1,000 ℓ/min ~ 1,200 ℓ/min의 양수량을 확보할 수 있는 것이 일반적이다.

(다) 펌프실

펌프를 설치할 펌프실은 지상식과 지하식이 있다. 지상식은, 노단의 빈공간 등에서 콘크리트 블럭을 이용한 박스형식이 일반적이다. 한편, 지하식은 누수와 지하수의 침투로 펌프실이 침수되는 경우가 있으므로 배수구를 설치할 필요가 있다..

(라) 배수관, 송수관

용설 파이프의 개발당시에는 송수관의 상단을 노면과 일치하게 매설하였으며, 파이프등 포장의 손상이 일어나는 것을 고려하여 강한 콘크리트기초위에 매설하는 구조가 일반적으로 설계 되었다.

(4) 설 계

파이프는 노즐로부터 분출된 물의 열에너지에 의해 눈을 녹이는 것으로 지하수의 온도, 강설량, 도로폭의 제원 등이 설계의 요소가 된다. 따라서 실시장소의 조건을 파악하는 것이 필요하다.

(가) 살수량은 다음식에 의해 구해진다.

$$Q = V.L.W \text{ ----- (1)}$$

$$V = q.P\{(t.Cs+Ic)+(T2*1,000)\}/\{(T1-T2)n*1,440\} \text{ ----- (2)}$$

Q : 소요수량, L : 도로연장

W : 도로폭, V : 분당 소요수량

q : 소설 대상 강설 깊이 - 평균치를 0.38M로 하고 있다.

P : 내린 눈의 밀도 - 새로 내린 눈의 밀도는 일반적으로 0.1톤 정도이다.

t : 새로 내린 눈의 온도 - 바깥 기온의 영향을 받는 것이 보통이다(-1℃정도)

Ic : 물의 용해 잠열 (8*104kcal/온도)

Cs : 물의 비열

T1 : 분수의 온도 - 지하수가 노면에서 떨어질 때의 수온저하 고려

T2 : 함수시의 수온 - 일반적으로 분수온도로부터 10도 경감온도가 양호.

η : 수온의 용해 효율 - 일반적으로 0.5 ~ 0.8정도

(나) 송수량은 다음식에서 구할수 있다.

$$qc = 1/4\phi \times d^2 \times v \times 60 \times 1,000$$

qc : 송수량(l/min), d : 관경(m)

v : 유속(m/sec) - 일반적으로 2m/sec 정도이다.

(다) 송수관 연장은 다음식에 의해 구함

$$L = qc/W \times V$$

V : 매분 소요수량, W : 도로폭(m)

qc : 송수량(ℓ/min)

(라) 계산량

$$V = 0.38 \times 0.1 \{ (1 \times 500 \times 80,000) + (2 \times 1,000) \} / (12.5 - 1) \times 0.8 \times 1,440 = 0.4 \text{ l/min/m}^2$$

$$Q = 0.4 \times 500 \times 8 = 1.6 \text{ m}^3/\text{min}$$

제 7 장 맺 음 말

이번 연구 결과를 구체적으로 강원도 내 어떠한 지역에 적용시킬 수 있을 것인가 하는 문제는 어떠한 지역에서 수평착정을 이용한 지하수 개발이 꼭 필요할 것인가의 문제일 것이다. 수평 착정은 착정을 위한 지형의 굴곡이 있어야 하므로 산간 지대에서 특히 유리한 공법이라 할 수 있을 것이다. 이러한 점에서 보면, 강원도 내 거의 대부분의 지역에서 수평 착정을 위한 지하수 개발이 가능할 것이다. 수평 착정 공법을 적용시키기 위해서는 개발 지역에 대한 단순한 지하수 공급이외에 무엇인가 부가적인 이득이 있어야 할 것이다.

수평착정을 이용한 지하수 개발로 인한 용수 공급 이외의 부가적인 이득은, 각자의 견해에 따라 다르겠으나, 특별한 관리가 필요없이 지하수의 유동 통로 중간에서 지하수를 뽑아 사용함으로써 용수 문제를 해결함과 동시에 지하수가 오염될 만한 곳으로 유입되는 것을 예방하는 것이다.

수평착정을 이용한 무동력 지하수를 실용화하기 위한 기초 모델 (그림. 62)을 설정한다면 대략 다음과 같이 요약할 수 있다.

① 산악지형에서의 급경사 하부 암절취면에 대한 수평 착정을 실시하여 암반내를 유동하고 있는 지하수를 확보할 수 있는 곳(먹는샘물 등에 사용).

② 산악지형에서 일부 충적층이나 풍화대가 깊게 발달되고 대수층내의 지하수의 유효 공극율이 크고(비산출을 대), 포장량 및 유동량이 많은 지역으로서 수평 착정시 지하수가 자연 유하될 수 있는 협곡부.

③ 직접류역 외에 간접류역 등에서 인위적인 수압을 발생(저수지, 지하유로 변경) 되어 수위 상승을 시켜 수평 착정시 다량의 지하수가 자연 유하 될 수 있는 지역.

④ 급경사부로서 수직적 찬공 방법으로는 지하수가 다량 흐르는 파쇄대를

활용유형 지질구조

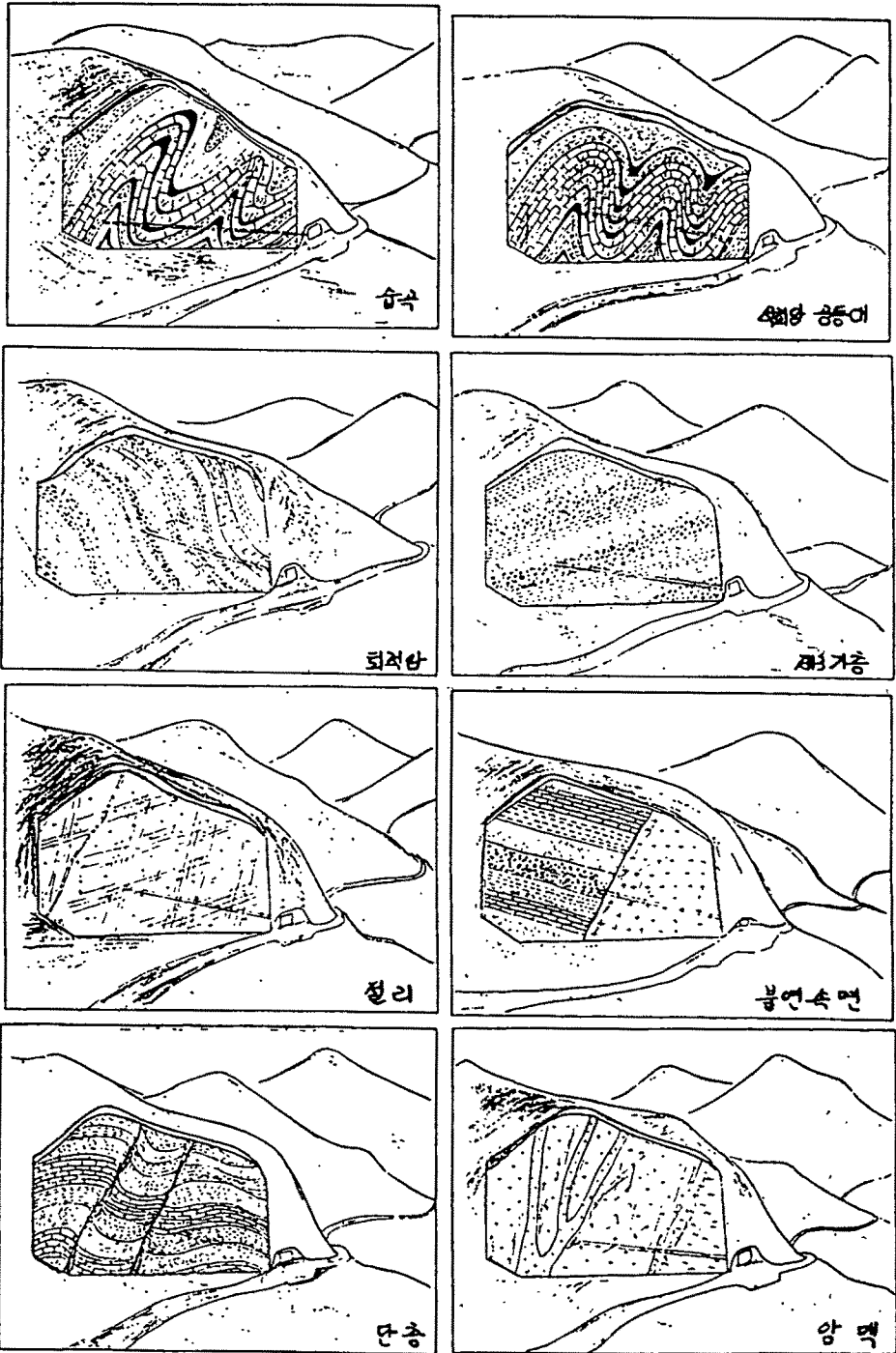


그림 62. 수평확장 시행 가능 지질 유형의 기초 모델.

관통할 수 없는 지역(편마암 지역등을 화강암이 관입한 곳으로서 암맥 부근의 찬공이 수직찬공으로는 파쇄대를 만날 수 없는 지역).

⑤ 오염원 및 염수 등 찬공 예정위치 하위에 존재하고 있어 하향식 찬공으로 지하수 확보시 오염의 우려가 있는 지역은 수평 착정공으로 오염 및 염수 침투를 방지할 수 있는 지역.

⑥ 강원도 탄전 등 탄광폐수가 많은 지역중 폐갱내로 사용하던 하천수가 유입되거나 인입되는 지하수를 수평착정공으로 intercept하여 활용하므로써 오염된 하천수를 처리하기 위한 노력을 절감 시킬수 있다.

⑦ 높은 지역에서 시추한 시추공 중 양수량 부족(기준미달: 100Ton/day)으로 제공하는 것을 수평착정공법을 병행하여 활용할 수 있는 지역.

⑧ 소계곡 지하댐 및 보(weir)를 설치하여 지표수를 지하수로 유동 통로 변환하여 수온의 가온 효과, 수량증대 및 수질의 정화효과를 나타낼 수 있는 지역.

제 1 절 기대효과

수평착정 공법을 이용하기 위하여는 조사위치 선정이 매우 중요하며 지질조사 기법 및 물리탐사 기법등을 새로이 경사지, 급경사, 협곡등에서 조사하는 방법과 수평착정자료를 비교 검토할 수 있도록하여 simulation을 통한 새로운 기법을 제안하고자 한다. 특히 구조지질학적 조사시 절리, 단층 등 구조선의 주향 및 경사에 대한 밀도와 연장성간의 상관관계를 규명하기 위하여 역투영법을 도시화 하므로써 지질구조대와 대수층의 발달상태를 규명하므로써 많은 도움을 줄 수 있다. 그러므로 향후 지질조사시 적용하면 상당한 효과가 기대 된다.

연구 지역에서 수질과 화학조성 분산에 대한 요인을 log 활동도 및 diagram 상의 수질 활동도를 측정하는 기법과 파이퍼 다이어그램상의 조성법은 향후 수질조사틀 기

초로 지질과 지하수와의 지화학적 상관관계 규명에 매우 중요한 해석방법을 제시 할 것으로 기대된다. 또한 특히 수평착정 공법을 급경사(40° 이상)지의 신선한 암반에서 80m 이상을 굴진조사 하므로써 수평착정 공법에 새로운 계기 및 발전의 토대가 마련 되었다. 향후 수질, 수온, 수량, 수압시험 및 공내수압 파쇄공법을 병행하여 조사후의 수량을 증대 시키는 방법을 연구 보완하므로써 지하수 개발에 대한 기존 개념의 변화 된 공법을 제시 하였으므로 지하수 개발 부적에 대한 보다 다양한 개발 기법을 제공할 수 있을 것으로 기대된다.

특히, 응용적인 측면에서 볼 때 지하수 오염 가능성 평가법에 의한 유추해석을 통하여 도서, 해안지역에서의 염수 피해를 줄이고 생활용수를 확보하는 방안과 오염원이 인접지역에 위치하고 있을때 오염이 되지 않도록 취수 이용하는 방법 등에 본 연구에 의한 조사기법을 활용한다면 보다 큰 효과를 기대할 수 있을 것이다.

수평착정 공법을 이용한 무동력 지하수 활용 기술에 있어서 중요한 요인은 위치에너지를 이용하여 지하수를 동력없이 이용하는 것으로 지하수의 수온과 수질 및 수리수문학적 관계가 매우 중요하여 앞으로 매우 조건이 복잡한 곳에서의 자료를 보다 정량화 할 수 있도록 연구 보완 한다면 화강암 지대 중에서 심정의 지하수 개발시 가장 큰 문제로 대두되고 있는 불소 농도 등의 과다 함유로 인한 문제점을 줄여줄것으로 기대한다.

한편, 지하수의 항온성을 이용한 농업 및 생활용수공급이 가능하다. 특히 강원도의 경우에는 위치에너지가 큰 지역이 많으므로 자연 유하에 의한 여름철 냉방효과, 겨울철에는 가온효과가 매우 크므로 농특작물의 재배 시설에 있어 가온 또는 감온의 역할을 하므로써 생산비용 절감에 큰 효과가 있을 것으로 예상된다. 터널 및 지하저장고 등의 지하공간 개발과 관련하여 문제가 되고 있는 지하수의 처리에 대한 대안으로서 이러한 수평착정 공법을 이용한다면 보다 큰 산업응용 측면에서의 역할을 기대할 수도 있을 것이다. 마지막으로 수평착정에 의해 개발된 지하수의 가장 큰 장점은 동력을 사용하지

않는다는 것으로서 폐공에 관련된 오염문제를 줄일수 있으며 적은 채수량이라도 충분한 경제성을 가지므로 소규모일지라도 매우 경제적인 것이다.

제 2 절 활용방안

1차년도 연구과제는 2연중 기초연구에 불과하다. 2차년도에 계속적인 시험, 검증 및 보완을 하여 범용성을 입증하면 실용화 할수 있는 사항은

1. 산악 지형에서의 수평착정을 위한 조사 기법제시
2. 수평착정공에서 공법을 보강 양수량 증대 방안 제시
3. 수평착정의 지하수를 이용한 무동력 활용 방안을 제시하여 관광 용수, 시설원예, 고냉지 채소, 농어촌생활용수및 발기반정비 사업 부문 등에 계획 가능.
4. 무동력 수원공의 환경 보호 차원에서의 필요성과 대체 에너지 기술개발 방향을 제시.
5. 무동력 수원공의 개발이 다양화되어 타사업 수행시 농어민이 도움이 될수 있도록 대규모 Tunnel, 지하 암반저장고 등에서 지하수 유출을 폐수로서 처리하지 않고 유용자원으로 활용할 수 있는 설계 방안 제시.
6. 해안 지역에서의 염수 침입문제를 줄일수있고 담수 확보 방안을 제시할수있고,
7. 오염원이 인접한 지역에서 오염이 되지않고 취수, 이용방법을 제시 하였으므로 향후 사업개척이 예상된다.

참 고 문 헌

1. 박희인, 장기홍, 지정만, 고인석 (1974), “내평” 지질도폭 설명서, 국립지질광물 연구소
2. 정창희, 원종관, 차문성, 강기우, 이윤종 (1975), “오대산”지질도폭 설명서, 국립지질 광물 연구소
3. 한정상 (1983), 지하수학개론, 박영사
4. 湯原浩三 (1981), 지열개발종합핸드북, 九州大學校
5. 권순익, 김도태, 정운철, 이영호 (1995), 알기쉬운 열역학, 원창출판사
- 11.C.W. Fetter (1988), Applied Hydrogeology. MERRIL.
15. David Keith Todd, 1980, Groundwater Hydrology, 2nd Ed., Wiley
6. Davies, C.W. (1962), Ion Association. Butterworths Publ, Washington, D.C
· 190p.
9. Edward A. Keller (1988), Environmental Geology. MERRILL.
- 10.Fletcher G. Driscoll, Ph. D. (1986), Groundwater and wells Johnson Division.
12. GyOrgy Kovacs (1981), Seepage Hydraulics. Elsevier Scientific Publ.

7. Livingston, D.A. (1963), Chemical compositions of rivers and lakes. USGS Prof. paper 440-G.
8. Piper, A.M. (1994), A graphic procedure in the geochemical interpretation of water analyses. Transactions of American Geophysical Unions, V.25, p.914-923.
14. P.V. Sharma, 1986, Geophysical Methods in Geology, 2nd Ed. Elsevier, p.266-300
13. R. Allan Freeze / John. A. Cherry (1979), Groundwater Management ; Quality and Quantity IAHS Publ. No.188.
16. Wener Stumm and James J. Morgan, 1981, Aquatic Chemistry, 2nd Ed.

부 록

1. 구조자료 통계처리 출력자료
2. 수질자료 통계처리 출력자료
3. 수질자료 평형해석 출력자료
4. 수질검사 성적서
5. 현장 사진

1. 구조자료 통계처리 출력자료

사용프로그램 : SPSS-PC V.5.02 Widows-용

입 력 : MS-EXCEL spread sheet *.xls file

출 력 : Normal Line Printer

Daef. SAV.

There are 523,808 bytes of memory available.
The largest contiguous area has 522,192 bytes.

352 bytes of memory required for the DESCRIPTIVES procedure.
16 bytes have already been acquired.
336 bytes remain to be acquired.

Number of valid observations (listwise) = 196.00

Variable	Mean	Std Dev	Minimum	Maximum	Valid N	Label
STRIKE	-9.89	48.63	-89.00	83.00	196	
CDIP	9.57	24.73	-75.00	78.00	196	
DENSITY	.53	2.32	.00	20.00	196	
CONT	3.84	1.56	1.00	5.00	196	

Preceding task required .06 seconds elapsed.

PEARSON CORR problem requires 352 bytes of workspace.

- - Correlation Coefficients - -

	CDIP	CONT	DENSITY	STRIKE
CDIP	1.0000 (196) P= .	-.1296 (196) P= .070	.0061 (196) P= .933	.0968 (196) P= .177
CONT	-.1296 (196) P= .070	1.0000 (196) P= .	.0897 (196) P= .211	-.1342 (196) P= .061
DENSITY	.0061 (196) P= .933	.0897 (196) P= .211	1.0000 (196) P= .	-.0095 (196) P= .895
STRIKE	.0968 (196) P= .177	-.1342 (196) P= .061	-.0095 (196) P= .895	1.0000 (196) P= .

(Coefficient / (Cases) / 2-tailed Significance)

" . " is printed if a coefficient cannot be computed

Preceding task required .27 seconds elapsed.

daej.sav.

>Warning # 9437. Text: D
>One or more cases in the file had invalid data.

Data written to the active file.
4 variables and 131 cases written.
Variable: A Type: Number Format: F11.2
Variable: B Type: Number Format: F11.2
Variable: C Type: Number Format: F11.2
Variable: D Type: Number Format: F11.2

Preceding task required .94 seconds elapsed.

Time stamp on saved file: 20 Oct 95 18:12:19
File contains 4 variables, 32 bytes per case before compression
131 cases were written to c:\public\nongjin\stat\daej.sav

Preceding task required .11 seconds elapsed.

There are 523,808 bytes of memory available.
The largest contiguous area has 522,192 bytes.

352 bytes of memory required for the DESCRIPTIVES procedure.
16 bytes have already been acquired.
336 bytes remain to be acquired.

Number of valid observations (listwise) = 129.00

Variable	Mean	Std Dev	Minimum	Maximum	Valid N	Label
STRIKE	-4.57	53.90	-90.00	83.00	129	
CDIP	.52	30.85	-70.00	88.00	130	
DENSITY	1.15	4.39	.00	27.00	130	
CONT	3.82	1.27	1.00	5.00	130	

Preceding task required .66 seconds elapsed.

PEARSON CORR problem requires 352 bytes of workspace.

- - Correlation Coefficients - -

	CDIP	CONT	DENSITY	STRIKE
CDIP	1.0000 (130) P= .	-.1471 (130) P= .095	-.0988 (130) P= .263	-.0104 (129) P= .907
CONT	-.1471 (130) P= .095	1.0000 (130) P= .	.0754 (130) P= .394	-.0174 (129) P= .845
DENSITY	-.0988 (130) P= .263	.0754 (130) P= .394	1.0000 (130) P= .	-.0019 (129) P= .983
STRIKE	-.0104 (129) P= .907	-.0174 (129) P= .845	-.0019 (129) P= .983	1.0000 (129) P= .

(Coefficient / (Cases) / 2-tailed Significance)

" . " is printed if a coefficient cannot be computed

Preceding task required .33 seconds elapsed.

keodf.sav:

Data written to the active file.
4 variables and 11 cases written.
Variable: A Type: Number Format: F11.2
Variable: B Type: Number Format: F11.2
Variable: C Type: Number Format: F11.2
Variable: D Type: Number Format: F11.2

Preceding task required .27 seconds elapsed.

Time stamp on saved file: 21 Oct 95 08:15:36
File contains 4 variables, 32 bytes per case before compression
11 cases were written to c:\public\nongjin\stat\keodf.sav

Preceding task required .11 seconds elapsed.

There are 523,808 bytes of memory available.
The largest contiguous area has 522,192 bytes.

352 bytes of memory required for the DESCRIPTIVES procedure.
16 bytes have already been acquired.
336 bytes remain to be acquired.

Number of valid observations (listwise) = 11.00

Variable	Mean	Std Dev	Minimum	Maximum	Valid N	Label
DENSITY	.00	.00	.00	.00	11	
CDIP	4.09	36.80	-78.00	72.00	11	
CONT	4.91	.30	4.00	5.00	11	
STRIKE	30.73	59.90	-89.00	83.00	11	

Preceding task required .44 seconds elapsed.

PEARSON CORR problem requires 352 bytes of workspace.

- - - Correlation Coefficients - - -

	CDIP	CONT	DENSITY	STRIKE
CDIP	1.0000 (11) P= .	-.1614 (11) P= .635	. (11) P= .	.5698 (11) P= .067
CONT	-.1614 (11) P= .635	1.0000 (11) P= .	. (11) P= .	-.0237 (11) P= .945
DENSITY	. (11) P= .	. (11) P= .	1.0000 (11) P= .	. (11) P= .
STRIKE	.5698 (11) P= .067	-.0237 (11) P= .945	. (11) P= .	1.0000 (11) P= .

(Coefficient / (Cases) / 2-tailed Significance)

" . " is printed if a coefficient cannot be computed

Preceding task required .28 seconds elapsed.

Keodj. SAV:

>Warning # 9437. Text: C
>One or more cases in the file had invalid data.

Data written to the active file.
4 variables and 23 cases written.
Variable: A Type: Number Format: F11.2
Variable: B Type: Number Format: F11.2
Variable: C Type: Number Format: F11.2
Variable: D Type: Number Format: F11.2

Preceding task required .22 seconds elapsed.

>Warning # 9437. Text: C
>One or more cases in the file had invalid data.

Data written to the active file.
4 variables and 23 cases written.
Variable: A Type: Number Format: F11.2
Variable: B Type: Number Format: F11.2
Variable: C Type: Number Format: F11.2
Variable: D Type: Number Format: F11.2

Preceding task required .00 seconds elapsed.

Time stamp on saved file: 21 Oct 95 08:23:19
File contains 4 variables, 32 bytes per case before compression
23 cases were written to c:\public\nongjin\stat\keodj.sav

Preceding task required .11 seconds elapsed.

There are 523,808 bytes of memory available.
The largest contiguous area has 522,192 bytes.

352 bytes of memory required for the DESCRIPTIVES procedure.
16 bytes have already been acquired.
336 bytes remain to be acquired.

Number of valid observations (listwise) = 22.00

Variable	Mean	Std Dev	Minimum	Maximum	Valid	
					N	Label
DENSITY	1.68	5.80	.00	25.00	22	
STRIKE	4.14	38.99	-57.00	83.00	22	
CONT	5.00	.00	5.00	5.00	22	
CDIP	6.50	32.99	-48.00	68.00	22	

Preceding task required .44 seconds elapsed.

PEARSON CORR problem requires 352 bytes of workspace.

- - Correlation Coefficients - -

	CDIP	CONT	DENSITY	STRIKE
CDIP	1.0000 (22) P= .	. (22) P= .	-.1549 (22) P= .491	-.0658 (22) P= .771
CONT	. (22) P= .	1.0000 (22) P= .	. (22) P= .	. (22) P= .
DENSITY	-.1549 (22) P= .491	. (22) P= .	1.0000 (22) P= .	-.4341 (22) P= .044
STRIKE	-.0658 (22) P= .771	. (22) P= .	-.4341 (22) P= .044	1.0000 (22) P= .

(Coefficient / (Cases) / 2-tailed Significance)

" . " is printed if a coefficient cannot be computed

Preceding task required .33 seconds elapsed.

2. 수질자료 통계처리 출력 자료

사용프로그램 : SPSS-PC V.5.02 Windows 용

입 력 : MS-EXCEL spread sheet *.xls file

출 력 : Normal line printer

W/CHEM. SAV ~ 42222

File c:\public\nongjin\stat\wchem1.sav
Label: File Created Via Get Translate
Created: 20 Oct 95 15:29:51 - 28 variables and 10 cases

Preceding task required .22 seconds elapsed.

There are 521,984 bytes of memory available.
The largest contiguous area has 519,568 bytes.

2,484 bytes of memory required for the DESCRIPTIVES procedure.
108 bytes have already been acquired.
2,376 bytes remain to be acquired.

Number of valid observations (listwise) = 5.00

Variable	Mean	Std Dev	Minimum	Maximum	Valid N	Label
CD	.00	.00	.000050	.000070	5	
CR	.00	.00	.000010	.000300	5	
CO	.00	.00	.000200	.000200	5	
NI	.00	.00	.000400	.000700	5	
U	.00	.00	.000060	.002600	5	
PB	.00	.00	.000500	.000700	5	
MN	.00	.00	.000700	.001370	5	
CU	.00	.00	.001200	.004400	5	
BA	.00	.00	.002530	.004000	5	
ZN	.00	.00	.003000	.009400	5	
FE	.01	.00	.010	.020	5	
AL	.03	.02	.012	.055	5	
K	.09	.17	.01	.40	5	
MG	.62	.09	.53	.77	5	
CL	2.15	.34	1.70	2.57	5	
NA	3.40	.78	2.700	4.600	5	
CA	3.60	.62	2.74	4.20	5	
SO4	4.51	.33	4.11	4.98	5	
NO3	5.21	1.31	3.70	7.12	5	
PH	6.44	.35	6.14	6.92	5	
HARD	11.54	1.85	9.02	13.66	5	
TEMP	14.66	1.05	13.70	16.20	5	
ALKAL	15.10	6.12	9.74	25.30	5	
HSIO	15.64	4.11	10.92	20.30	5	
CO3	18.12	7.34	11.69	30.36	5	
COND	64.00	14.65	53.00	88.00	5	
EH	422.60	10.95	406.00	432.00	5	

The following Z-Score variables have been saved on your working file:

From Variable	To Z-Score	Label	Weighted Valid N
AL	ZAL	Zscore(AL)	5
ALKAL	ZALKAL	Zscore(ALKAL)	5
BA	ZBA	Zscore(BA)	5

CA	ZCA	Zscore(CA)	5
CD	ZCD	Zscore(CD)	5
CL	ZCL	Zscore(CL)	5
CO	ZCO	Zscore(CO)	0
CO3	ZCO3	Zscore(CO3)	5
COND	ZCOND	Zscore(COND)	5
CR	ZCR	Zscore(CR)	5
CU	ZCU	Zscore(CU)	5
EH	ZEH	Zscore(EH)	5
FE	ZFE	Zscore(FE)	5
HARD	ZHARD	Zscore(HARD)	5
HSIO	ZHSIO	Zscore(HSIO)	5
K	ZK	Zscore(K)	5
MG	ZMG	Zscore(MG)	5
MN	ZMN	Zscore(MN)	5
NA	ZNA	Zscore(NA)	5
NI	ZNI	Zscore(NI)	5
NO3	ZNO3	Zscore(NO3)	3
PB	ZPB	Zscore(PB)	5
PH	ZPH	Zscore(PH)	5
SO4	ZSO4	Zscore(SO4)	5
TEMP	ZTEMP	Zscore(TEMP)	5
U	ZU	Zscore(U)	5
ZN	ZZN	Zscore(ZN)	5

Preceding task required 2.53 seconds elapsed.

Taekwanryung Water Samples

PEARSON CORR problem requires 4,592 bytes of workspace.

- - Correlation Coefficients - -

	AL	CA	CL	CO3	COND	EH
AL	1.0000 (5) P= .	-.9038 (5) P= .035	.0398 (5) P= .949	-.7661 (5) P= .131	.8513 (5) P= .067	.65 () P= .2
CA	-.9038 (5) P= .035	1.0000 (5) P= .	-.1290 (5) P= .836	.7436 (5) P= .150	-.5563 (5) P= .330	-.66 () P= .2
CL	.0398 (5) P= .949	-.1290 (5) P= .836	1.0000 (5) P= .	-.4765 (5) P= .417	-.0815 (5) P= .896	.76 () P= .1
CO3	-.7661 (5) P= .131	.7436 (5) P= .150	-.4765 (5) P= .417	1.0000 (5) P= .	-.5132 (5) P= .377	-.76 () P= .1
COND	.8513 (5) P= .067	-.5563 (5) P= .330	-.0815 (5) P= .896	-.5132 (5) P= .377	1.0000 (5) P= .	.49 () P= .3
EH	.6555 (5) P= .230	-.6615 (5) P= .224	.7672 (5) P= .130	-.7678 (5) P= .130	.4959 (5) P= .395	1.00 () P= .
FE	.9316 (5) P= .021	-.7747 (5) P= .124	-.1890 (5) P= .761	-.4891 (5) P= .403	.9161 (5) P= .029	.48 () P= .4
HSIO	-.7587 (5) P= .137	.8228 (5) P= .087	.3170 (5) P= .603	.6078 (5) P= .277	-.4279 (5) P= .472	-.18 () P= .7
K	-.1380 (5) P= .825	-.1864 (5) P= .764	.6896 (5) P= .198	-.0400 (5) P= .949	-.4199 (5) P= .482	.48 () P= .4
MG	-.5807 (5) P= .305	.8013 (5) P= .103	.2895 (5) P= .637	.2425 (5) P= .694	-.2046 (5) P= .741	-.17 () P= .7
NA	-.4483 (5) P= .449	.6026 (5) P= .282	.5966 (5) P= .288	.1855 (5) P= .765	-.1207 (5) P= .847	.19 () P= .7

(Coefficient / (Cases) / 2-tailed Significance)

" . " is printed if a coefficient cannot be computed

- - Correlation Coefficients - -

	AL	CA	CL	CO3	COND	EH
NO3	-.4934 (5)	.2755 (5)	-.6825 (5)	.7005 (5)	-.5989 (5)	-.80 ()

	P= .398	P= .654	P= .204	P= .188	P= .286	P= .1
PH	-.3728 (5) P= .537	.4245 (5) P= .476	.8198 (5) P= .089	-.0408 (5) P= .948	-.2086 (5) P= .736	.38 (5) P= .5
SO4	-.1649 (5) P= .791	-.1101 (5) P= .860	-.4260 (5) P= .475	.0497 (5) P= .937	-.5262 (5) P= .362	-.49 (5) P= .3

(Coefficient / (Cases) / 2-tailed Significance)

" . " is printed if a coefficient cannot be computed

	FE	HSIO	K	MG	NA	NO3
AL	.9316 (5) P= .021	-.7587 (5) P= .137	-.1380 (5) P= .825	-.5807 (5) P= .305	-.4483 (5) P= .449	-.49 (5) P= .3
CA	-.7747 (5) P= .124	.8228 (5) P= .087	-.1864 (5) P= .764	.8013 (5) P= .103	.6026 (5) P= .282	.27 (5) P= .6
CL	-.1890 (5) P= .761	.3170 (5) P= .603	.6896 (5) P= .198	.2895 (5) P= .637	.5966 (5) P= .288	-.68 (5) P= .2
CO3	-.4891 (5) P= .403	.6078 (5) P= .277	-.0400 (5) P= .949	.2425 (5) P= .694	.1855 (5) P= .765	.70 (5) P= .1
COND	.9161 (5) P= .029	-.4279 (5) P= .472	-.4199 (5) P= .482	-.2046 (5) P= .741	-.1207 (5) P= .847	-.59 (5) P= .2
EH	.4801 (5) P= .413	-.1866 (5) P= .764	.4801 (5) P= .413	-.1730 (5) P= .781	.1938 (5) P= .755	-.80 (5) P= .1

(Coefficient / (Cases) / 2-tailed Significance)

" . " is printed if a coefficient cannot be computed

- - Correlation Coefficients - -

	FE	HSIO	K	MG	NA	NO3
FE	1.0000 (5) P= .	-.6427 (5) P= .242	-.2500 (5) P= .685	-.5761 (5) P= .309	-.4312 (5) P= .468	-.34 (5) P= .5
HSIO	-.6427 (5) P= .242	1.0000 (5) P= .	.2512 (5) P= .684	.7817 (5) P= .118	.8838 (5) P= .047	-.05 (5) P= .9
K	-.2500 (5) P= .685	.2512 (5) P= .684	1.0000 (5) P= .	-.2004 (5) P= .747	.2156 (5) P= .728	-.03 (5) P= .9
MG	-.5761 (5) P= .309	.7817 (5) P= .118	-.2004 (5) P= .747	1.0000 (5) P= .	.8605 (5) P= .061	-.34 (5) P= .5

NA	-.4312 (. 5) P= .468	.8838 (. 5) P= .047	.2156 (. 5) P= .728	.8605 (. 5) P= .061	1.0000 (. 5) P= .	-.50 (. 5) P= .3
NO3	-.3489 (. 5) P= .565	-.0500 (. 5) P= .936	-.0325 (. 5) P= .959	-.3424 (. 5) P= .573	-.5069 (. 5) P= .383	1.00 (. 5) P= .
PH	-.4712 (. 5) P= .423	.7638 (. 5) P= .133	.4301 (. 5) P= .470	.7535 (. 5) P= .141	.9401 (. 5) P= .017	-.58 (. 5) P= .3
SO4	-.2781 (. 5) P= .651	-.5102 (. 5) P= .380	-.0549 (. 5) P= .930	-.4653 (. 5) P= .430	-.7382 (. 5) P= .154	.71 (. 5) P= .1

(Coefficient / (Cases) / 2-tailed Significance)

" . " is printed if a coefficient cannot be computed

- - Correlation Coefficients - -

	PH	SO4
AL	-.3728 (. 5) P= .537	-.1649 (. 5) P= .791
CA	.4245 (. 5) P= .476	-.1101 (. 5) P= .860
CL	.8198 (. 5) P= .089	-.4260 (. 5) P= .475
CO3	-.0408 (. 5) P= .948	.0497 (. 5) P= .937
COND	-.2086 (. 5) P= .736	-.5262 (. 5) P= .362
EH	.3868 (. 5) P= .520	-.4956 (. 5) P= .396
FE	-.4712 (. 5) P= .423	-.2781 (. 5) P= .651
HSIO	.7638 (. 5) P= .133	-.5102 (. 5) P= .380
K	.4301 (. 5) P= .470	-.0549 (. 5) P= .930
MG	.7535 (. 5) P= .141	-.4653 (. 5) P= .430

NA	.9401	-.7382
	(5)	(5)
	P= .017	P= .154

(Coefficient / (Cases) / 2-tailed Significance)

" . " is printed if a coefficient cannot be computed

- - Correlation Coefficients

	PH	SO4
NO3	-.5835	.7113
	(5)	(5)
	P= .302	P= .178
PH	1.0000	-.6151
	(5)	(5)
	P= .	P= .269
SO4	-.6151	1.0000
	(5)	(5)
	P= .269	P= .

(Coefficient / (Cases) / 2-tailed Significance)

" . " is printed if a coefficient cannot be computed

Preceding task required .39 seconds elapsed.

There are 518,288 bytes of memory available.
 The largest contiguous area has 518,288 bytes.

This FACTOR analysis requires maximum 24872 (24.3K) bytes of memor

- - - - - F A C T O R A N A L Y S I S - - - - -

Analysis number 1 Listwise deletion of cases with missing values

Extraction 1 for analysis 1, Principal Components Analysis (PC)

Initial Statistics:

Variable	Communality	*	Factor	Eigenvalue	Pct of Var	Cum Pct
AL	1.00000	*	1	6.15338	44.0	44.0
CA	1.00000	*	2	4.89239	34.9	78.9
CL	1.00000	*	3	2.07926	14.9	93.8
CO3	1.00000	*	4	.87496	6.2	100.0
COND	1.00000	*	5	.00000	.0	100.0
EH	1.00000	*	6	.00000	.0	100.0
FE	1.00000	*	7	.00000	.0	100.0
HSIO	1.00000	*	8	.00000	.0	100.0
K	1.00000	*	9	.00000	.0	100.0
MG	1.00000	*	10	.00000	.0	100.0
NA	1.00000	*	11	.00000	.0	100.0
NO3	1.00000	*	12	.00000	.0	100.0
PH	1.00000	*	13	.00000	.0	100.0
SO4	1.00000	*	14	.00000	.0	100.0

PC extracted 3 factors.

Factor Matrix:

	Factor 1	Factor 2	Factor 3
AL	-.94116	.31697	-.11544
CA	.93320	-.18557	-.30034
HSIO	.91884	.27692	-.11306
FE	-.87826	.19197	-.33188
MG	.78131	.36457	-.39454
NA	.72339	.66365	-.18153
COND	-.69410	.40465	-.58225
CO3	.66571	-.53813	-.18298
NO3	.18966	-.93513	.20011
EH	-.44425	.84711	.28224
CL	.18016	.84600	.49044

- - - - - F A C T O R A N A L Y S I S - - - - -

	Factor 1	Factor 2	Factor 3
SO4	-.15402	-.78537	.45922
PH	.63659	.75957	.11163
K	.16639	.34025	.84149

Final Statistics:

Variable	Communality	*	Factor	Eigenvalue	Pct of Var	Cum Pct
AL	.99958	*	1	6.15338	44.0	44.0
CA	.99550	*	2	4.89239	34.9	78.9
CL	.98870	*	3	2.07926	14.9	93.8
CO3	.76624	*				
COND	.98454	*				
EH	.99461	*				
FE	.91834	*				
HSIO	.93372	*				
K	.85157	*				
MG	.89902	*				
NA	.99668	*				
NO3	.95048	*				
PH	.99465	*				
SO4	.85141	*				

Skipping rotation 1 for extraction 1 in analysis 1

Preceding task required .16 seconds elapsed.

There are 521,984 bytes of memory available.
 The largest contiguous area has 519,568 bytes.

2,484 bytes of memory required for the DESCRIPTIVES procedure.
 108 bytes have already been acquired.
 2,376 bytes remain to be acquired.

Number of valid observations (listwise) = 5.00

Variable	Mean	Std Dev	Minimum	Maximum	Valid N
U	.00	.00	.000010	.000010	5
CD	.00	.00	.000010	.000050	5
CO	.00	.00	.000200	.000300	5
NI	.00	.00	.000800	.001100	5
PB	.00	.00	.000500	.001800	5
CU	.00	.00	.001200	.002600	5
CR	.00	.00	.000010	.004000	5
MN	.00	.00	.002600	.008800	5
ZN	.01	.00	.003900	.009400	5
BA	.01	.00	.004100	.015000	5
FE	.09	.10	.030	.260	5
AL	.14	.14	.030	.355	5
MG	1.40	.53	.75	2.13	5
K	1.42	.73	.60	2.20	5
CL	2.75	.92	1.94	4.16	5
NA	3.10	.69	2.400	4.200	5
PH	6.83	.35	6.27	7.12	5
CA	8.10	3.05	4.59	11.90	5
SO4	8.97	5.17	4.83	15.63	5
NO3	10.02	8.35	2.66	20.85	5
TEMP	17.04	.73	16.20	17.70	5
HSIO	17.86	1.48	16.05	19.65	5
ALKAL	19.71	8.97	8.52	32.93	5
CO3	23.65	10.77	10.23	39.52	5
HARD	26.00	9.76	14.55	38.49	5
COND	79.20	24.76	53.00	111.00	5
EH	453.20	21.29	427.00	483.00	5

The following Z-Score variables have been saved on your working file:

From Variable	To Z-Score	Label	Weighted Valid N
AL	ZAL	Zscore(AL)	5
ALKAL	ZALKAL	Zscore(ALKAL)	5
BA	ZBA	Zscore(BA)	5
CA	ZCA	Zscore(CA)	5
CD	ZCD	Zscore(CD)	5
CL	ZCL	Zscore(CL)	5
CO	ZCO	Zscore(CO)	5
CO3	ZCO3	Zscore(CO3)	5
COND	ZCOND	Zscore(COND)	5
CR	ZCR	Zscore(CR)	5
CU	ZCU	Zscore(CU)	5
EH	ZEH	Zscore(EH)	5

FE	ZFE	Zscore(FE)	5
HARD	ZHARD	Zscore(HARD)	5
HSIO	ZHSIO	Zscore(HSIO)	5
K	ZK	Zscore(K)	5
MG	ZMG	Zscore(MG)	5
MN	ZMN	Zscore(MN)	5
NA	ZNA	Zscore(NA)	5
NI	ZNI	Zscore(NI)	5
NO3	ZNO3	Zscore(NO3)	5
PB	ZPB	Zscore(PB)	5
PH	ZPH	Zscore(PH)	5
SO4	ZSO4	Zscore(SO4)	5
TEMP	ZTEMP	Zscore(TEMP)	5
U	ZU	Zscore(U)	0
ZN	ZZN	Zscore(ZN)	5

Preceding task required .60 seconds elapsed.

PEARSON CORR problem requires 4,592 bytes of workspace.

- - Correlation Coefficients - -

	AL	CA	CL	CO3	COND	EH
AL	1.0000 (5) P= .	-.7060 (5) P= .183	-.4953 (5) P= .396	.3685 (5) P= .542	-.7145 (5) P= .175	-.34 () P= .5
CA	-.7060 (5) P= .183	1.0000 (5) P= .	.8942 (5) P= .041	-.4366 (5) P= .462	.9926 (5) P= .001	.78 () P= .1
CL	-.4953 (5) P= .396	.8942 (5) P= .041	1.0000 (5) P= .	-.5898 (5) P= .295	.9263 (5) P= .024	.64 () P= .2
CO3	.3685 (5) P= .542	-.4366 (5) P= .462	-.5898 (5) P= .295	1.0000 (5) P= .	-.5326 (5) P= .355	-.51 () P= .3
COND	-.7145 (5) P= .175	.9926 (5) P= .001	.9263 (5) P= .024	-.5326 (5) P= .355	1.0000 (5) P= .	.76 () P= .1
EH	-.3415 (5) P= .574	.7800 (5) P= .120	.6455 (5) P= .239	-.5187 (5) P= .371	.7682 (5) P= .129	1.00 () P= .
FE	.9272 (5) P= .023	-.7531 (5) P= .142	-.4334 (5) P= .466	.1187 (5) P= .849	-.7173 (5) P= .173	-.45 () P= .4
HSIO	-.2306 (5) P= .709	.5913 (5) P= .294	.8647 (5) P= .059	-.8194 (5) P= .090	.6725 (5) P= .214	.48 () P= .4
K	-.6606 (5) P= .225	.9725 (5) P= .005	.8196 (5) P= .089	-.4773 (5) P= .416	.9603 (5) P= .009	.89 () P= .0
MG	-.7736 (5) P= .125	.9837 (5) P= .002	.8887 (5) P= .044	-.3937 (5) P= .512	.9796 (5) P= .003	.65 () P= .2
NA	-.2451 (5) P= .691	.5677 (5) P= .318	.8658 (5) P= .058	-.5466 (5) P= .340	.6332 (5) P= .251	.23 () P= .7

(Coefficient / (Cases) / 2-tailed Significance)

" . " is printed if a coefficient cannot be computed

- - Correlation Coefficients - -

	AL	CA	CL	CO3	COND	EH
NO3	-.6958 (5) P= .192	.9571 (5) P= .011	.9506 (5) P= .013	-.6586 (5) P= .227	.9851 (5) P= .002	.74 () P= .1
PH	.5311	-.7737	-.6121	.6559	-.7804	-.95

	(.5) P= .357	(.5) P= .125	(.5) P= .272	(.5) P= .229	(.5) P= .119	(.5) P= .0
SO4	-.6570 (.5) P= .228	.8932 (.5) P= .041	.8478 (.5) P= .070	-.7739 (.5) P= .125	.9266 (.5) P= .024	.85 (.5) P= .0

(Coefficient / (Cases) / 2-tailed Significance)

" . " is printed if a coefficient cannot be computed

	FE	HSIO	K	MG	NA	NO3
AL	.9272 (.5) P= .023	-.2306 (.5) P= .709	-.6606 (.5) P= .225	-.7736 (.5) P= .125	-.2451 (.5) P= .691	-.69 (.5) P= .1
CA	-.7531 (.5) P= .142	.5913 (.5) P= .294	.9725 (.5) P= .005	.9837 (.5) P= .002	.5677 (.5) P= .318	.95 (.5) P= .0
CL	-.4334 (.5) P= .466	.8647 (.5) P= .059	.8196 (.5) P= .089	.8887 (.5) P= .044	.8658 (.5) P= .058	.95 (.5) P= .0
CO3	.1187 (.5) P= .849	-.8194 (.5) P= .090	-.4773 (.5) P= .416	-.3937 (.5) P= .512	-.5466 (.5) P= .340	-.65 (.5) P= .2
COND	-.7173 (.5) P= .173	.6725 (.5) P= .214	.9603 (.5) P= .009	.9796 (.5) P= .003	.6332 (.5) P= .251	.98 (.5) P= .0
EH	-.4554 (.5) P= .441	.4884 (.5) P= .404	.8949 (.5) P= .040	.6566 (.5) P= .229	.2312 (.5) P= .708	.74 (.5) P= .1

(Coefficient / (Cases) / 2-tailed Significance)

" . " is printed if a coefficient cannot be computed

- - Correlation Coefficients - -

	FE	HSIO	K	MG	NA	NO3
FE	1.0000 (.5) P= .	-.0332 (.5) P= .958	-.7373 (.5) P= .155	-.7921 (.5) P= .110	-.0641 (.5) P= .918	-.63 (.5) P= .2
HSIO	-.0332 (.5) P= .958	1.0000 (.5) P= .	.5378 (.5) P= .350	.5711 (.5) P= .315	.9050 (.5) P= .035	.77 (.5) P= .1
K	-.7373 (.5) P= .155	.5378 (.5) P= .350	1.0000 (.5) P= .	.9202 (.5) P= .027	.4250 (.5) P= .476	.92 (.5) P= .0
MG	-.7921 (.5) P= .110	.5711 (.5) P= .315	.9202 (.5) P= .027	1.0000 (.5) P= .	.6093 (.5) P= .275	.94 (.5) P= .0
NA	-.0641 (.5) P= .918	.9050 (.5) P= .035	.4250 (.5) P= .476	.6093 (.5) P= .275	1.0000 (.5) P= .	.71 (.5) P= .0

	P= .918	P= .035	P= .476	P= .275	P= .	P= .1
NO3	-.6384 (5) P= .246	.7757 (5) P= .123	.9217 (5) P= .026	.9458 (5) P= .015	.7103 (5) P= .179	1.00 (5) P= .
PH	.5701 (5) P= .316	-.4894 (5) P= .403	-.8912 (5) P= .042	-.6718 (5) P= .214	-.1995 (5) P= .748	-.77 (5) P= .1
SO4	-.5989 (5) P= .286	.7393 (5) P= .153	.9251 (5) P= .024	.8426 (5) P= .073	.5489 (5) P= .338	.95 (5) P= .0

(Coefficient / (Cases) / 2-tailed Significance)

" . " is printed if a coefficient cannot be computed

- - Correlation Coefficients - -

	PH	SO4
AL	.5311 (5) P= .357	-.6570 (5) P= .228
CA	-.7737 (5) P= .125	.8932 (5) P= .041
CL	-.6121 (5) P= .272	.8478 (5) P= .070
CO3	.6559 (5) P= .229	-.7739 (5) P= .125
COND	-.7804 (5) P= .119	.9266 (5) P= .024
EH	-.9537 (5) P= .012	.8534 (5) P= .066
FE	.5701 (5) P= .316	-.5989 (5) P= .286
HSIO	-.4894 (5) P= .403	.7393 (5) P= .153
K	-.8912 (5) P= .042	.9251 (5) P= .024
MG	-.6718 (5) P= .214	.8426 (5) P= .073
NA	-.1995 (5) P= .748	.5489 (5) P= .338

(Coefficient / (Cases) / 2-tailed Significance)

" . " is printed if a coefficient cannot be computed

- - Correlation Coefficients - -

	PH	SO4
NO3	-.7769 (5) P= .122	.9533 (5) P= .012
PH	1.0000 (5) P= .	-.9162 (5) P= .029
SO4	-.9162 (5) P= .029	1.0000 (5) P= .

(Coefficient / (Cases) / 2-tailed Significance)

" . " is printed if a coefficient cannot be computed

Preceding task required .49 seconds elapsed.

There are 517,696 bytes of memory available.
 The largest contiguous area has 517,680 bytes.

This FACTOR analysis requires maximum 24872 (24.3K) bytes of memor

- - - - - F A C T O R A N A L Y S I S - - - - -

Analysis number 1 Listwise deletion of cases with missing values

Extraction 1 for analysis 1, Principal Components Analysis (PC)

Initial Statistics:

Variable	Communality	*	Factor	Eigenvalue	Pct of Var	Cum Pct
AL	1.00000	*	1	10.13826	72.4	72.4
CA	1.00000	*	2	2.02603	14.5	86.9
CL	1.00000	*	3	1.16897	8.3	95.2
CO3	1.00000	*	4	.66674	4.8	100.0
COND	1.00000	*	5	.00000	.0	100.0
EH	1.00000	*	6	.00000	.0	100.0
FE	1.00000	*	7	.00000	.0	100.0
HSIO	1.00000	*	8	.00000	.0	100.0
K	1.00000	*	9	.00000	.0	100.0
MG	1.00000	*	10	.00000	.0	100.0
NA	1.00000	*	11	.00000	.0	100.0
NO3	1.00000	*	12	.00000	.0	100.0
PH	1.00000	*	13	.00000	.0	100.0
SO4	1.00000	*	14	.00000	.0	100.0

PC extracted 3 factors.

Factor Matrix:

	Factor 1	Factor 2	Factor 3
NO3	.99369	.07136	.08626
COND	.98756	-.06406	.10540
SO4	.97295	.03873	-.19846
CA	.96626	-.15278	.10652
K	.95450	-.21250	-.11992
MG	.94103	-.16686	.27219
CL	.91938	.29541	.19871
PH	-.83843	.16745	.51719
EH	.80252	-.10134	-.52946
HSIO	.72944	.68050	.02086
AL	-.70458	.46861	-.30011
CO3	-.65354	-.46421	.32128

- - - - - F A C T O R A N A L Y S I S - - - - -

	Factor 1	Factor 2	Factor 3
FE	-.67188	.69210	-.22168
NA	.63193	.64518	.42552

Final Statistics:

Variable	Communality	* Factor	Eigenvalue	Pct of Var	Cum Pct
AL	.80610	* 1	10.13826	72.4	72.4
CA	.96834	* 2	2.02603	14.5	86.9
CL	.97201	* 3	1.16897	8.3	95.2
CO3	.74583	*			
COND	.99049	*			
EH	.93464	*			
FE	.97957	*			
HSIQ	.99559	*			
K	.97061	*			
MG	.98747	*			
NA	.99665	*			
NO3	.99995	*			
PH	.99849	*			
SO4	.98752	*			

VARIMAX rotation 1 for extraction 1 in analysis 1 - Kaiser Normal

VARIMAX converged in 6 iterations.

Rotated Factor Matrix:

	Factor 1	Factor 2	Factor 3
FE	-.96113	.10394	-.21214
AL	-.87611	-.11343	-.16024
MG	.82273	.46382	.30897
CA	.75529	.43192	.45969
COND	.71230	.51168	.47043
K	.68371	.30247	.64162
NO3	.62214	.61347	.48635

----- F A C T O R A N A L Y S I S -----

	Factor 1	Factor 2	Factor 3
NA	.18400	.98115	-.01172
HSIQ	.04140	.92306	.37661
CL	.48439	.78587	.34610
PH	-.40324	-.14077	-.90337
EH	.33331	.16876	.89166
SO4	.50158	.48047	.71070
CO3	.02402	-.59877	-.62187

Factor Transformation Matrix:

	Factor 1	Factor 2	Factor 3
Factor 1	.63236	.53220	.56292
Factor 2	-.63079	.77557	-.02465
Factor 3	.44970	.33950	-.82614

Preceding task required .17 seconds elapsed.

3. 수질자료 평형해석 출력 자료

사용프로그램 : MINTEQA2 V.3.0 (미국 EPA CEAM 배포)

입 력 : PRODEFA2 (MINTEQA2용 입력 프로그램)

출 력 : Normal line printer

Paekawnyung, Stream Sample
 P-1

Temperature (Celsius): 13.70
 Units of concentration: MG/L
 Ionic strength to be computed.
 If specified, carbonate concentration represents total inorganic carbon.
 Do not automatically terminate if charge imbalance exceeds 30%
 Precipitation is allowed only for those solids specified as ALLOWED
 in the input file (if any).
 The maximum number of iterations is: 200
 The method used to compute activity coefficients is: Davies equation
 Intermediate output file

330	0.000E-01	-6.19	y
1	0.000E-01	-7.13	
770	1.780E+01	-3.73	y
30	1.200E-02	-6.35	y
281	1.000E-02	-6.75	y
460	6.200E-01	-4.59	y
150	4.200E+00	-3.98	y
500	3.200E+00	-3.86	y
410	1.000E-02	-6.59	y
180	1.700E+00	-4.32	y
492	7.120E+00	-3.94	y
732	4.640E+00	-4.32	y
140	3.036E+01	-3.30	y
211	4.000E-04	-8.33	y
471	1.330E-03	-7.62	y
540	5.000E-04	-8.07	y
231	1.300E-03	-7.69	y
950	3.100E-03	-7.32	y
160	7.000E-05	-9.21	y
100	2.530E-03	-7.73	y
600	6.000E-04	-8.54	y
893	2.950E-03	-7.96	y

H2O has been inserted as a COMPONENT

3	2		
330	6.1900	0.0000	
1	7.1336	0.0000	

INPUT DATA BEFORE TYPE MODIFICATIONS

ID	NAME	ACTIVITY GUESS	LOG GUESS	ANAL	TOTAL
330	H+1	6.457E-07	-6.190	0.000E-01	
1	E-1	7.413E-08	-7.130	0.000E-01	
770	H4SiO4	1.862E-04	-3.730	1.780E+01	
30	Al+3	4.467E-07	-6.350	1.200E-02	
281	Fe+3	1.778E-07	-6.750	1.000E-02	
460	Mg+2	2.570E-05	-4.590	6.200E-01	
150	Ca+2	1.047E-04	-3.980	4.200E+00	
500	Na+1	1.380E-04	-3.860	3.200E+00	
410	K+1	2.570E-07	-6.590	1.000E-02	

180	Cl-1	4.786E-05	-4.320	1.700E+00
492	NO3-1	1.148E-04	-3.940	7.120E+00
732	SO4-2	4.786E-05	-4.320	4.640E+00
140	CO3-2	5.012E-04	-3.300	3.036E+01
211	Cr(OH)2+	4.677E-09	-8.330	4.000E-04
471	Mn+3	2.399E-08	-7.620	1.330E-03
540	Ni+2	8.511E-09	-8.070	5.000E-04
231	Cu+2	2.042E-08	-7.690	1.300E-03
950	Zn+2	4.786E-08	-7.320	3.100E-03
160	Cd+2	6.166E-10	-9.210	7.000E-05
100	Ba+2	1.862E-08	-7.730	2.530E-03
600	Pb+2	2.884E-09	-8.540	6.000E-04
893	UO2+2	1.096E-08	-7.960	2.950E-03
2	H2O	1.000E+00	0.000	0.000E-01

Charge Balance: UNSPECIATED

Sum of CATIONS= 4.022E-04 Sum of ANIONS = 1.271E-03

PERCENT DIFFERENCE = 5.193E+01 (ANIONS - CATIONS)/(ANIONS + CATIONS)

```

-----
IMPROVED ACTIVITY GUESSES PRIOR TO FIRST ITERATION:
H4SiO4      Log activity guess:  -3.73
Al+3        Log activity guess:  -9.11
Fe+3        Log activity guess: -13.47
SO4-2       Log activity guess:  -4.32
CO3-2       Log activity guess:  -7.91
Cr(OH)2+    Log activity guess:  -8.48
Cu+2        Log activity guess:  -7.70
-----

```


PARAMETERS OF THE COMPONENT MOST OUT OF BALANCE:

ITER	NAME	TOTAL MOL	DIFF FXN	LOG ACTVTY	RESIDUAL
0	Ba+2	1.342E-08	1.982E-10	-7.73000	1.963E-10
1	UO2+2	1.093E-08	4.985E-09	-10.02629	4.984E-09
2	Ba+2	1.842E-08	2.165E-09	-7.73465	2.163E-09
3	Ba+2	1.342E-08	4.347E-12	-7.78289	2.504E-12

ID	NAME	ANAL MOL	CALC MOL	LOG ACTVTY	GAMMA	DIFF FXN
600	Pb+2	2.896E-09	2.138E-09	-8.71840	0.894651	-7.721E-15
893	UO2+2	1.093E-08	7.242E-11	-10.18851	0.894651	-3.541E-15
770	H4SiO4	1.852E-04	1.852E-04	-3.73233	1.000142	1.689E-12
30	Al+3	4.448E-07	9.853E-10	-9.11520	0.778431	-1.602E-13
281	Fe+3	1.791E-07	4.281E-14	-13.47723	0.778431	-1.543E-13
460	Mg+2	2.550E-05	2.529E-05	-4.64536	0.894651	-8.846E-11
150	Ca+2	1.048E-04	1.039E-04	-4.03167	0.894651	-3.634E-10
500	Na+1	1.392E-04	1.392E-04	-3.86857	0.972553	-1.217E-10
410	K+1	2.558E-07	2.557E-07	-6.60436	0.972553	-2.236E-13
180	Cl-1	4.795E-05	4.795E-05	-4.33126	0.972553	-4.192E-11
492	NO3-1	1.148E-04	1.148E-04	-3.95200	0.972553	-1.004E-10
732	SO4-2	4.831E-05	4.739E-05	-4.37264	0.894651	-1.656E-10
140	CO3-2	5.060E-04	1.356E-08	-7.91603	0.894651	-1.935E-10
211	Cr(OH)2+	4.651E-09	3.281E-09	-8.49609	0.972553	-6.434E-15
471	Mn+3	2.421E-08	2.421E-08	-7.72477	0.778431	-1.905E-13
540	Ni+2	8.517E-09	7.683E-09	-8.16284	0.894651	-2.698E-14
231	Cu+2	2.046E-08	1.710E-08	-7.81542	0.894651	-6.101E-14
950	Zn+2	4.743E-08	4.608E-08	-7.38481	0.894651	-1.618E-13
160	Cd+2	6.228E-10	6.015E-10	-9.26908	0.894651	-2.114E-15
100	Ba+2	1.842E-08	1.842E-08	-7.73299	0.894651	-6.442E-14
2	H2O	0.000E-01	-1.541E-06	-0.00001	1.000000	0.000E-01
1	E-1	0.000E-01	0.000E-01	-7.13360	0.972553	0.000E-01
330	H+1	0.000E-01	6.639E-07	-6.19000	0.972553	0.000E-01

Type I - COMPONENTS AS SPECIES IN SOLUTION

ID	NAME	CALC MOL	ACTIVITY	LOG ACTVTY	GAMMA	NEW LOG
330	H+1	6.639E-07	6.457E-07	-6.19000	0.97255	0.012
893	UO2+2	7.242E-11	6.479E-11	-10.18851	0.89465	0.048
770	H4SiO4	1.852E-04	1.852E-04	-3.73233	1.00014	0.000
30	Al+3	9.853E-10	7.670E-10	-9.11520	0.77843	0.109
281	Fe+3	4.281E-14	3.332E-14	-13.47723	0.77843	0.109
460	Mg+2	2.529E-05	2.263E-05	-4.64536	0.89465	0.048
150	Ca+2	1.039E-04	9.297E-05	-4.03167	0.89465	0.048
500	Na+1	1.392E-04	1.353E-04	-3.86857	0.97255	0.012
410	K+1	2.557E-07	2.487E-07	-6.60436	0.97255	0.012
180	Cl-1	4.795E-05	4.664E-05	-4.33126	0.97255	0.012
492	NO3-1	1.148E-04	1.117E-04	-3.95200	0.97255	0.012
732	SO4-2	4.739E-05	4.240E-05	-4.37264	0.89465	0.048
140	CO3-2	1.356E-08	1.213E-08	-7.91603	0.89465	0.048
211	Cr(OH)2+	3.281E-09	3.191E-09	-8.49609	0.97255	0.012
471	Mn+3	2.421E-08	1.885E-08	-7.72477	0.77843	0.109
540	Ni+2	7.683E-09	6.873E-09	-8.16284	0.89465	0.048
231	Cu+2	1.710E-08	1.530E-08	-7.81542	0.89465	0.048
950	Zn+2	4.608E-08	4.123E-08	-7.38481	0.89465	0.048

160	Cd+2	6.015E-10	5.382E-10	-9.26908	0.89465	0.048
100	Ba+2	1.842E-08	1.648E-08	-7.78299	0.89465	0.048
600	Pb+2	2.138E-09	1.913E-09	-8.71840	0.89465	0.048

Type II - OTHER SPECIES IN SOLUTION OR ADSORBED

ID	NAME	CALC MOL	ACTIVITY	LOG ACTVTY	GAMMA	NEW LOGK
2117322	Cr2OH2SO4(S)	2.572E-24	2.572E-24	-23.58965	1.00014	14.528
2117323	Cr2OH2SO4+2	2.374E-18	2.572E-18	-17.58981	0.89465	16.203
2117324	Cr2OH2SO42	6.476E-21	6.477E-21	-20.18365	1.00014	17.929
3300020	OH-	6.588E-09	6.407E-09	-8.19333	0.97255	-14.371
3307700	H3SiO4 -	1.887E-08	1.835E-08	-7.72638	0.97255	-10.182
3307701	H2SiO4 -2	1.556E-14	1.392E-14	-13.85628	0.89465	-22.456
4603300	MgOH +	2.134E-11	2.076E-11	-10.68284	0.97255	-12.215
4601400	MgCO3 Aq	2.202E-10	2.203E-10	-9.63703	1.00014	2.904
4601401	MgHCO3 +	5.539E-08	5.337E-08	-7.26862	0.97255	11.495
4607320	MgSO4 Aq	1.554E-07	1.555E-07	-6.80839	1.00014	2.210
1503300	CaOH +	1.421E-11	1.382E-11	-10.85936	0.97255	-13.006
1501400	CaHCO3 +	1.527E-07	1.485E-07	-6.82825	0.97255	11.322
1501401	CaCO3 Aq	1.299E-09	1.299E-09	-8.88628	1.00014	3.061
1507320	CaSO4 Aq	7.281E-07	7.282E-07	-6.13775	1.00014	2.266
5001400	NaCO3 -	1.731E-11	1.683E-11	-10.77389	0.97255	1.023
5001401	NaHCO3 Aq	1.275E-08	1.275E-08	-7.89459	1.00014	10.080
5007320	NaSO4 -	2.745E-08	2.670E-08	-7.57355	0.97255	0.680
4107320	KSO4 -	6.207E-11	6.037E-11	-10.21919	0.97255	0.770
303300	AlOH +2	6.160E-09	5.511E-09	-8.25878	0.89465	-5.285
303301	Al(OH)2 +	1.503E-07	1.461E-07	-6.83522	0.97255	-10.088
303302	Al(OH)4 -	2.425E-09	2.358E-09	-8.62742	0.97255	-24.260
307320	AlSO4 +	3.035E-11	2.952E-11	-10.52992	0.97255	2.970
307321	Al(SO4)2 -	9.763E-14	9.495E-14	-13.02249	0.97255	4.850
303303	Al(OH)3 Aq	2.849E-07	2.850E-07	-6.54523	1.00014	-16.000
2813300	FeOH +2	1.866E-10	1.669E-10	-9.77750	0.89465	-2.442
2817320	FeSO4 +	9.318E-15	9.062E-15	-14.04277	0.97255	3.819
2811800	FeCl +2	3.615E-17	3.235E-17	-16.49018	0.89465	1.367
2811801	FeCl2 +	1.005E-20	9.778E-21	-20.00975	0.97255	2.142
2811802	FeCl3 Aq	4.560E-26	4.560E-26	-25.34101	1.00014	1.130
2813301	FeOH2 +	1.757E-07	1.709E-07	-6.76725	0.97255	-5.658
2813302	FeOH3 Aq	3.109E-09	3.110E-09	-8.50726	1.00014	-13.600
2813303	FeOH4 -	4.952E-11	4.817E-11	-10.31726	0.97255	-21.588
2817321	Fe(SO4)2 -	1.193E-17	1.161E-17	-16.93534	0.97255	5.299
2813304	Fe2(OH)2+4	1.902E-18	1.218E-18	-17.91427	0.64064	-3.146
2813305	Fe3(OH)4+5	8.271E-23	4.125E-23	-22.38462	0.49869	-6.411
1003300	BaOH +	4.219E-16	4.103E-16	-15.38685	0.97255	-13.782
2311400	CuCO3 Aq	9.965E-10	9.967E-10	-9.00145	1.00014	6.730
2311401	Cu(CO3)2-2	1.702E-14	1.522E-14	-13.81748	0.89465	9.878
2311800	CuCl +	1.111E-12	1.080E-12	-11.96644	0.97255	0.192
2311801	CuCl2 Aq	2.383E-17	2.383E-17	-16.62295	1.00014	-0.145
2311802	CuCl3 -	3.293E-24	3.203E-24	-23.49449	0.97255	-2.673
2311803	CuCl4 -2	1.239E-30	1.109E-30	-29.95511	0.89465	-4.766
2313300	CuOH +	2.436E-10	2.369E-10	-9.62543	0.97255	-7.988
2313301	Cu(OH)2 Aq	7.665E-10	7.666E-10	-9.11544	1.00014	-13.680
2313302	Cu(OH)3 -	7.373E-17	7.171E-17	-16.14445	0.97255	-26.887
2313303	Cu(OH)4 -2	2.471E-23	2.211E-23	-22.65546	0.89465	-39.552
2313304	Cu2(OH)2+2	8.562E-15	7.660E-15	-14.11578	0.89465	-10.817
2317320	CuSO4 Aq	1.221E-10	1.221E-10	-9.91329	1.00014	2.275
2311402	CuHCO3 +	1.232E-09	1.198E-09	-8.92145	0.97255	13.012
9501800	ZnCl +	3.170E-12	3.083E-12	-11.51099	0.97255	0.217
9501801	ZnCl2 Aq	1.436E-16	1.436E-16	-15.84275	1.00014	0.205
9501802	ZnCl3 -	7.202E-21	7.005E-21	-20.15462	0.97255	0.236
9501803	ZnCl4 -2	1.664E-25	1.488E-25	-24.82731	0.89465	-0.069
9503300	ZnOH +	2.954E-11	2.373E-11	-10.54169	0.97255	-9.335
9503301	Zn(OH)2 Aq	1.248E-12	1.248E-12	-11.90382	1.00014	-16.399
9503302	Zn(OH)3 -	6.284E-18	6.112E-18	-17.21383	0.97255	-28.387
9503303	Zn(OH)4 -2	1.677E-24	1.500E-24	-23.82384	0.89465	-41.151

9501804	ZnOHCl AQ	9.860E-14	9.861E-14	-13.00607	1.00014	-7.480
9507320	ZnSO4 AQ	3.743E-10	3.744E-10	-9.42672	1.00014	2.331
9507321	Zn(SO4)2-2	1.579E-13	1.412E-13	-12.85009	0.89465	3.328
9501400	ZnHCO3 +	8.342E-10	8.113E-10	-9.09083	0.97255	12.412
9501401	ZnCO3 AQ	9.979E-11	9.981E-11	-10.00083	1.00014	5.300
9501402	Zn(CO3)2-2	2.894E-14	2.589E-14	-13.58686	0.89465	9.678
1601800	CdCl +	2.370E-12	2.365E-12	-11.63737	0.97255	1.975
1601801	CdCl2 AQ	4.291E-16	4.291E-16	-15.36740	1.00014	2.564
1601802	CdCl3 -	1.085E-20	1.056E-20	-19.97647	0.97255	2.298
1601400	Cd(CO3)2-4	2.490E-27	1.595E-27	-26.79716	0.64064	6.413
1603300	CdOH +	2.984E-14	2.902E-14	-13.53733	0.97255	-10.446
1603301	Cd(OH)2 AQ	5.766E-18	5.766E-18	-17.23909	1.00014	-20.350
1603302	Cd(OH)3 -	1.030E-24	1.002E-24	-23.99910	0.97255	-33.288
1603303	Cd(OH)4 -2	1.546E-32	1.383E-32	-31.85911	0.89465	-47.302
1603304	Cd2OH +3	1.137E-22	8.854E-23	-22.05286	0.77842	-9.596
1601803	CdOHCl AQ	1.148E-15	1.148E-15	-14.94009	1.00014	-7.530
1604920	CdNO3 +	2.189E-13	2.128E-13	-12.67194	0.97255	0.561
1607320	CdSO4 AQ	6.124E-12	6.125E-12	-11.21290	1.00014	2.429
1601400	CdHCO3 +	1.089E-11	1.059E-11	-10.97510	0.97255	12.412
1601401	CdCO3 AQ	1.636E-12	1.636E-12	-11.78610	1.00014	5.399
1607321	Cd(SO4)2-2	3.420E-15	3.059E-15	-14.51436	0.89465	3.548
6001800	PbCl +	2.729E-12	2.654E-12	-11.57612	0.97255	1.486
6001801	PbCl2 AQ	2.443E-16	2.443E-16	-15.61210	1.00014	1.769
6001802	PbCl3 -	8.635E-21	8.398E-21	-20.07583	0.97255	1.648
6001803	PbCl4 -2	1.919E-25	1.716E-25	-24.76536	0.89465	1.326
6001400	Pb(CO3)2-2	1.374E-14	1.229E-14	-13.91045	0.89465	10.688
6003300	PbOH +	5.939E-11	5.776E-11	-10.23840	0.97255	-7.698
6003301	Pb(OH)2 AQ	3.480E-14	3.480E-14	-13.45841	1.00014	-17.120
6003302	Pb(OH)3 -	6.363E-19	6.188E-19	-18.20842	0.97255	-28.048
6003303	Pb2OH +3	3.177E-18	2.473E-18	-17.60680	0.77842	-6.251
6004920	PbNO3 +	3.249E-12	3.159E-12	-11.50040	0.97255	1.182
6007320	PbSO4 AQ	4.559E-11	4.560E-11	-10.34104	1.00014	2.750
6003304	Pb3(OH)4+2	1.019E-26	9.112E-27	-26.04038	0.89465	-24.597
6001401	PbCO3 AQ	4.032E-10	4.033E-10	-9.39442	1.00014	7.240
6003305	Pb(OH)4 -2	2.480E-24	2.201E-24	-23.65743	0.89465	-32.651
6007321	Pb(SO4)2-2	1.134E-14	1.015E-14	-13.99368	0.89465	3.518
6001402	PbHCO3 +	2.442E-10	2.375E-10	-9.62442	0.97255	13.212
5401800	NiCl +	8.266E-13	8.033E-13	-12.09510	0.97255	0.411
5403300	NiOH +	6.617E-13	6.435E-13	-12.19146	0.97255	-10.207
5403301	Ni(OH)2 AQ	1.648E-15	1.649E-15	-14.78285	1.00014	-19.090
5403302	Ni(OH)3 -	2.626E-20	2.554E-20	-19.59286	0.97255	-29.988
5407320	NiSO4 AQ	6.135E-11	5.136E-11	-10.28937	1.00014	2.246
5401801	NiCl2 AQ	1.863E-16	1.863E-16	-15.86536	1.00014	0.960
5401400	NiHCO3 +	1.634E-10	1.589E-10	-9.79886	0.97255	12.422
5401401	NiCO3 AQ	6.121E-10	6.122E-10	-9.20386	1.00014	6.870
5401402	Ni(CO3)2-2	1.457E-14	1.303E-14	-10.88489	0.89465	10.158
5407321	Ni(SO4)2-2	1.446E-16	1.294E-16	-15.82212	0.89465	1.068
8901400	HCO3 -	2.240E-04	2.179E-04	-3.66184	0.97255	10.456
8901401	H2CO3 AQ	2.317E-04	2.317E-04	-2.55015	1.00014	16.746
8907320	H2SO4 -	2.009E-09	1.953E-09	-8.76921	0.97255	1.866
8933300	UO2OH +1	4.252E-10	4.135E-10	-9.38049	0.97255	-5.373
8933301	UO2)2OH2-2	1.291E-14	1.155E-14	-13.02741	0.89465	-5.892
8933302	UO2)3OH5+1	1.201E-16	1.188E-16	-15.93257	0.97255	-16.305
8931400	UO2CO3 AQ	9.515E-09	9.516E-09	-8.02153	1.00014	10.083
8931401	UO2CO3)2-2	8.349E-10	7.470E-10	-9.12670	0.89465	16.942
8931402	UO2CO3)3-4	7.840E-13	5.023E-13	-12.29908	0.64064	21.831
8931800	UO2Cl +1	4.750E-15	4.620E-15	-14.33537	0.97255	0.196
8937320	UO2SO4 AQ	1.080E-12	1.080E-12	-11.96658	1.00014	2.595
8937321	UO2SO4)2-2	1.454E-15	1.301E-15	-14.88575	0.89465	4.096
8937700	UO2HSiO4	7.608E-11	7.399E-11	-10.13083	0.97255	-2.388
2113300	Cr+3	2.718E-11	2.116E-11	-10.67456	0.77842	10.310
2113301	Cr(OH)+2	9.600E-10	8.589E-10	-9.06608	0.89465	5.668
2113302	Cr(OH)3 AQ	3.663E-10	3.664E-10	-9.43610	1.00014	-7.130
2113303	Cr(OH)4-	5.572E-15	5.419E-15	-14.26611	0.97255	-18.138
2113304	CrO2-	1.414E-14	1.375E-14	-13.86169	0.97255	-17.734
2111800	CrCl+2	4.066E-16	3.637E-16	-15.43922	0.89465	9.816

2111801	CrCl2 +	2.524E-21	2.455E-21	-20.60993	0.97255	8.941
2111802	CrOHCl2 AQ	4.112E-21	4.112E-21	-20.38590	1.00014	2.963
2114920	CrNO3 +2	7.608E-17	6.806E-17	-16.16709	0.89465	8.709
2117320	CrSO4 +	1.239E-14	1.205E-14	-13.91893	0.97255	11.342
2117321	CrOHSO4 AQ	1.647E-11	1.647E-11	-10.78333	1.00014	8.275

Type III - SPECIES WITH FIXED ACTIVITY

ID	NAME	CALC MOL	LOG MOL	NEW LOGK	DH
2	H2O	-1.541E-06	-5.812	0.000	0.000
1	E-1	0.000E-01	0.000	7.134	0.000
330	H+1	-7.867E-04	-3.104	6.190	0.000

Type VI - EXCLUDED SPECIES (not included in mole balance)

ID	NAME	CALC MOL	LOG MOL	NEW LOGK	DH
3301404	CH4 (g)	0.000E-01	-85.023	41.861	-61.000
3301403	CO2 (g)	7.573E-03	-2.121	18.175	-0.530
3300021	O2 (g)	2.043E-34	-33.690	-86.984	133.830

PERCENTAGE DISTRIBUTION OF COMPONENTS AMONG
TYPE I and TYPE II (dissolved and adsorbed) species

Pb+2	73.8	PERCENT BOUND IN SPECIES # 600	Pb+2
	2.1	PERCENT BOUND IN SPECIES #6003300	PbOH +
	1.6	PERCENT BOUND IN SPECIES #6007320	PbSO4 AQ
	13.9	PERCENT BOUND IN SPECIES #6001401	PbCO3 AQ
	8.4	PERCENT BOUND IN SPECIES #6001402	PbHCO3 +
UO2+2	3.9	PERCENT BOUND IN SPECIES #8933300	UO2OH +1
	87.1	PERCENT BOUND IN SPECIES #8931400	UO2CO3 AQ
	7.6	PERCENT BOUND IN SPECIES #8931401	UO2CO3)2-2
H4SiO4	100.0	PERCENT BOUND IN SPECIES # 770	H4SiO4
Al+3	1.4	PERCENT BOUND IN SPECIES # 303300	AlOH +2
	33.8	PERCENT BOUND IN SPECIES # 303301	Al(OH)2 +
	64.1	PERCENT BOUND IN SPECIES # 303303	Al(OH)3 AQ
Fe+3	98.1	PERCENT BOUND IN SPECIES #2813301	FeOH2 +
	1.7	PERCENT BOUND IN SPECIES #2813302	FeOH3 AQ
Mg+2	99.2	PERCENT BOUND IN SPECIES # 460	Mg+2
Ca+2	99.2	PERCENT BOUND IN SPECIES # 150	Ca+2
Na+1	100.0	PERCENT BOUND IN SPECIES # 500	Na+1
K+1	100.0	PERCENT BOUND IN SPECIES # 410	K+1
Cl-1	100.0	PERCENT BOUND IN SPECIES # 180	Cl-1
NO3-1	100.0	PERCENT BOUND IN SPECIES # 492	NO3-1
SO4-2	98.1	PERCENT BOUND IN SPECIES # 732	SO4-2
	1.5	PERCENT BOUND IN SPECIES #1507320	CaSO4 AQ
CO3-2	44.3	PERCENT BOUND IN SPECIES #3301400	HCO3 -
	55.7	PERCENT BOUND IN SPECIES #3301401	H2CO3 AQ
Cr(OH)2+	70.5	PERCENT BOUND IN SPECIES # 211	Cr(OH)2+
	20.6	PERCENT BOUND IN SPECIES #2113301	Cr(OH)+2
	7.9	PERCENT BOUND IN SPECIES #2113302	Cr(OH)3 AQ
Mn+3	100.0	PERCENT BOUND IN SPECIES # 471	Mn+3
Ni+2	90.2	PERCENT BOUND IN SPECIES # 540	Ni+2
	1.9	PERCENT BOUND IN SPECIES #5401400	NiHCO3 +
	7.3	PERCENT BOUND IN SPECIES #5401401	NiCO3 AQ
Cu+2	83.6	PERCENT BOUND IN SPECIES # 231	Cu+2
	4.9	PERCENT BOUND IN SPECIES #2311400	CuCO3 AQ
	1.2	PERCENT BOUND IN SPECIES #2313300	CuOH +
	3.7	PERCENT BOUND IN SPECIES #2313301	Cu(OH)2 AQ
	6.0	PERCENT BOUND IN SPECIES #2311402	CuHCO3 +

Zn+2	97.2	PERCENT BOUND IN SPECIES #	950	Zn+2
	1.8	PERCENT BOUND IN SPECIES #	9501400	ZnHCO3 +
Cd+2	96.6	PERCENT BOUND IN SPECIES #	160	Cd+2
	1.7	PERCENT BOUND IN SPECIES #	1601400	CdHCO3 +
Ba+2	100.0	PERCENT BOUND IN SPECIES #	100	Ba+2
H2O	19.5	PERCENT BOUND IN SPECIES #	303301	Al(OH)2 +
	55.5	PERCENT BOUND IN SPECIES #	303303	Al(OH)3 AQ
	22.8	PERCENT BOUND IN SPECIES #	2813301	FeOH2. +
E-1				
H+1	28.5	PERCENT BOUND IN SPECIES #	3301400	HCO3 -
	71.6	PERCENT BOUND IN SPECIES #	3301401	H2CO3 AQ

PART 5 of OUTPUT FILE

PC MINTEQA2 v3.10 DATE OF CALCULATIONS: 20-OCT-95 TIME: 13:24:59

 ----- EQUILIBRATED MASS DISTRIBUTION -----

IDX	NAME	DISSOLVED		SORBED		PRECIPITATED	
		MOL/KG	PERCENT	MOL/KG	PERCENT	MOL/KG	PERCENT
600	Pb+2	2.896E-09	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
893	UO2+2	1.093E-08	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
770	H4SiO4	1.952E-04	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
30	Al+3	4.448E-07	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
281	Fe+3	1.791E-07	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
460	Mg+2	2.550E-05	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
150	Ca+2	1.048E-04	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
500	Na+1	1.392E-04	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
410	K+1	2.558E-07	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
180	Cl-1	4.795E-05	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
492	NO3-1	1.148E-04	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
732	SO4-2	4.831E-05	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
140	CO3-2	5.060E-04	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
211	Cr(OH)2+	4.651E-09	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
471	Mn+3	2.421E-08	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
540	Ni+2	8.517E-09	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
231	Cu+2	2.046E-08	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
950	Zn+2	4.743E-08	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
160	Cd+2	6.228E-10	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
100	Ba+2	1.842E-08	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
2	H2O	1.541E-06	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
1	E-1	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
330	H+1	7.857E-04	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0

Charge Balance: SPECIATED

Sum of CATIONS = 3.993E-04 Sum of ANIONS 4.817E-04

PERCENT DIFFERENCE = 9.348E+00 (ANIONS - CATIONS)/(ANIONS + CATIONS)

EQUILIBRIUM IONIC STRENGTH (m) = 6.173E-04

EQUILIBRIUM pH = 6.190

EQUILIBRIUM pe = 7.134 or Eh = 406.00 mv

DATE ID NUMBER: 951020

TIME ID NUMBER: 13245983

PART 6 of OUTPUT FILE

PC MINTEQA2 v3.10 DATE OF CALCULATIONS: 20-OCT-95 TIME: 13:24:59

Saturation indices and stoichiometry of all minerals

ID #	NAME	Sat. Index	Stoichiometry in [brackets]			
2089300	UO3 (C)	-6.085	[-2.000]	330	[1.000]	893 [1.000] 2
2089301	GUMMITE	-8.976	[-2.000]	330	[1.000]	893 [1.000] 2
2089302	B-UO2(OH)2	-3.749	[-2.000]	330	[1.000]	893 [2.000] 2
2089303	SCHOEPITE	-3.560	[-2.000]	330	[1.000]	893 [3.000] 2
5089300	RUTHERFORDIN	-3.658	[1.000]	893	[1.000]	140
8015000	URANOPHANE	-12.223	[-6.000]	330	[2.000]	893 [1.000] 150
			[2.000]	770		
5189300	UO2NO3)2	-31.043	[1.000]	893	[2.000]	492
5189301	UO2NO3.2H2O	-23.119	[1.000]	893	[2.000]	492 [2.000] 2
5189302	UO2NO3.3H2O	-21.804	[1.000]	893	[2.000]	492 [3.000] 2
5189303	UO2NO3.6H2O	-20.255	[1.000]	893	[2.000]	492 [6.000] 2
2003000	ALOH3(A)	-1.706	[1.000]	30	[3.000]	2 [-3.000] 330
6003000	ALOH3O4	-4.068	[-1.000]	330	[1.000]	30 [1.000] 732
			[1.000]	2		
6003001	AL4(OH)10SO4	-1.634	[-10.000]	330	[4.000]	30 [1.000] 732
			[10.000]	2		
6041000	ALUM K	-19.086	[1.000]	410	[1.000]	30 [2.000] 732
			[12.000]	2		
6041001	ALUNITE	-4.096	[1.000]	410	[3.000]	30 [2.000] 732
			[6.000]	2	[-6.000]	330
6015000	ANHYDRITE	-3.876	[1.000]	150	[1.000]	732
5015000	ARAGONITE	-3.708	[1.000]	150	[1.000]	140
5046000	ARTINITE	-15.257	[-2.000]	330	[2.000]	460 [1.000] 140
			[5.000]	2		
6010000	BARITE	-1.998	[1.000]	100	[1.000]	732
2003001	BOEHMITE	0.065	[-3.000]	330	[1.000]	30 [2.000] 2
2046000	BRUCITE	-9.803	[1.000]	460	[2.000]	2 [-2.000] 330
5015001	CALCITE	-3.530	[1.000]	150	[1.000]	140
2077000	CHALCEDONY	-0.076	[-2.000]	2	[1.000]	770
8646000	CHRYSOTILE	-17.964	[-6.000]	330	[3.000]	460 [2.000] 770
			[1.000]	2		
8246000	CLINOENSTITE	-7.914	[-1.000]	2	[1.000]	460 [1.000] 770
			[-2.000]	330		
2077001	CRISTOBALITE	0.013	[-2.000]	2	[1.000]	770
2003002	DIASPORE	1.871	[-3.000]	330	[1.000]	30 [2.000] 2
8215000	DIOPSIDE	-12.200	[-2.000]	2	[1.000]	150 [1.000] 460
			[2.000]	770	[-4.000]	330
5015002	DOLOMITE	-7.748	[1.000]	150	[1.000]	460 [2.000] 140
6046000	EPSOMITE	-6.797	[1.000]	460	[1.000]	732 [7.000] 2
8646003	SEPIOLITE(C)	-12.428	[-0.500]	2	[2.000]	460 [3.000] 770
			[-4.000]	330		
2028100	FERRIHYDRITE	0.202	[-3.000]	330	[1.000]	281 [3.000] 2
4128100	FE(OH)2.7CL.3	4.976	[-2.700]	330	[1.000]	281 [2.700] 2
			[0.300]	180		

ID #	NAME	Sat. Index	Stoichiometry in [brackets]			
6028100	FE2(SO4)3	-45.359	[2.000]	281	[3.000]	732
8046000	FORSTERITE	-17.962	[-4.000]	330	[2.000]	460 [1.000] 770
2003003	GIBBSITE (C)	0.026	[-3.000]	330	[1.000]	30 [3.000] 2
3003000	Al2O3	-4.070	[2.000]	30	[3.000]	2 [-6.000] 330
2028102	GOETHITE	4.175	[-3.000]	330	[1.000]	281 [2.000] 2
6015001	GYPSUM	-3.549	[1.000]	150	[1.000]	732 [2.000] 2
4150000	HALITE	-9.755	[1.000]	500	[1.000]	180
2028100	HEMATITE	13.303	[-6.000]	330	[2.000]	281 [3.000] 2
5015003	HUNTITE	-20.408	[3.000]	460	[1.000]	150 [4.000] 140
5046001	HYDRMAGNESIT	-35.252	[5.000]	460	[4.000]	140 [-2.000] 330
			[6.000]	2		
6050000	JAROSITE NA	-5.750	[-6.000]	330	[1.000]	500 [3.000] 281
			[2.000]	732	[6.000]	2
6041002	JAROSITE K	-4.745	[-6.000]	330	[1.000]	410 [3.000] 281
			[2.000]	732	[6.000]	2
6028101	JAROSITE H	-7.719	[-5.000]	330	[3.000]	281 [2.000] 732
			[7.000]	2		
8450000	MAGADIITE	-9.505	[-1.000]	330	[-9.000]	2 [1.000] 500
			[7.000]	770		
3028101	MAGHEMITE	3.800	[-6.000]	330	[2.000]	281 [3.000] 2
5046002	MAGNESITE	-4.711	[1.000]	460	[1.000]	140
6050001	MIRABILITE	-10.448	[2.000]	500	[1.000]	732 [10.000] 2
3050000	NATRON	-13.888	[2.000]	500	[1.000]	140 [10.000] 2
5046003	NESQUEHONITE	-7.108	[1.000]	460	[1.000]	140 [3.000] 2
8646001	PHLOGOPITE	-47.746	[-10.000]	330	[1.000]	410 [3.000] 460
			[1.000]	30	[3.000]	770
2077002	QUARTZ	0.453	[-2.000]	2	[1.000]	770
8646004	SEPIOLITE(A)	-14.508	[-0.500]	2	[2.000]	460 [3.000] 770
			[-4.000]	330		
2077003	SiO2(A,GL)	-0.586	[-2.000]	2	[1.000]	770
2077004	SiO2(A,PT)	-0.909	[-2.000]	2	[1.000]	770
8646002	TALC	-15.791	[-4.000]	2	[3.000]	460 [4.000] 770
			[-6.000]	330		
6050002	THENARDITE	-11.947	[2.000]	500	[1.000]	732
5050001	THERMONATR	-15.859	[2.000]	500	[1.000]	140 [1.000] 2
8215001	TREMOLITE	-33.824	[-8.000]	2	[2.000]	150 [5.000] 460
			[8.000]	770	[-14.000]	330
5010000	WITHERITE	-7.104	[1.000]	100	[1.000]	140
2047000	PYROLUSITE	7.465	[-4.000]	330	[-1.000]	1 [1.000] 471
			[2.000]	2		
2047001	BIRNESSITE	6.078	[-4.000]	330	[-1.000]	1 [1.000] 471
			[2.000]	2		
2047002	NSUTITE	6.665	[-4.000]	330	[-1.000]	1 [1.000] 471
			[2.000]	2		
3047100	BIXBYITE	21.861	[-6.000]	330	[2.000]	471 [3.000] 2
2047100	MANGANITE	11.083	[-3.000]	330	[1.000]	471 [2.000] 2
6047100	Mn2(SO4)3	-23.984	[2.000]	471	[3.000]	732
4123100	MELANOTHALLI	-20.564	[1.000]	231	[2.000]	180
5023100	CUCO3	-6.101	[1.000]	231	[1.000]	140
2023100	CU(OH)2	-4.516	[-2.000]	330	[1.000]	231 [2.000] 2
4123101	ATACAMITE	-9.272	[-3.000]	330	[2.000]	231 [3.000] 2
			[1.000]	180		

ID #	NAME	Sat. Index	Stoichiometry in [brackets]			
5123100	CU2(OH)3NO3	-10.754	[-3.000] 330	[2.000] 231	[3.000]	2
			[1.000] 492			
6023100	ANTLERITE	-11.349	[-4.000] 330	[3.000] 231	[4.000]	2
			[1.000] 732			
6023101	EROCCHANTITE	-13.834	[-6.000] 330	[4.000] 231	[6.000]	2
			[1.000] 732			
6023102	LANGITE	-16.428	[-6.000] 330	[4.000] 231	[7.000]	2
			[1.000] 732			
2023101	TENORITE	-3.495	[-2.000] 330	[1.000] 231	[1.000]	2
6023103	CUOCUSO4	-20.181	[-2.000] 330	[2.000] 231	[1.000]	2
			[1.000] 732			
6023104	CUSO4	-15.722	[1.000] 231	[1.000] 732		
6023105	CHALCANTHITE	-9.507	[1.000] 231	[1.000] 732	[5.000]	2
2023102	DIOPTASE	-5.926	[-2.000] 330	[1.000] 231	[1.000]	770
3023100	CUPRICFERIT	7.753	[-8.000] 330	[1.000] 231	[2.000]	281
			[4.000] 2			
95000	ZN METAL	-48.471	[1.000] 950	[2.000]	1	
4195000	ZNCL2	-23.582	[1.000] 950	[2.000]	180	
5095000	SMITHSONITE	-5.427	[1.000] 950	[1.000]	140	
5095001	ZNCO3, 1H2O	-5.041	[1.000] 950	[1.000] 140	[1.000]	2
2095000	ZN(OH)2 (A)	-7.455	[-2.000] 330	[1.000] 950	[2.000]	2
2095001	ZN(OH)2 (C)	-7.205	[-2.000] 330	[1.000] 950	[2.000]	2
2095002	ZN(OH)2 (B)	-6.755	[-2.000] 330	[1.000] 950	[2.000]	2
2095003	ZN(OH)2 (G)	-6.715	[-2.000] 330	[1.000] 950	[2.000]	2
2095004	ZN(OH)2 (E)	-6.505	[-2.000] 330	[1.000] 950	[2.000]	2
4195001	ZN2(OH)3CL	-15.731	[-3.000] 330	[2.000] 950	[3.000]	2
			[1.000] 180			
4195002	ZN5(OH)8CL2	-34.567	[-8.000] 330	[5.000] 950	[8.000]	2
			[2.000] 180			
6095000	ZN2(OH)2SO4	-14.262	[-2.000] 330	[2.000] 950	[2.000]	2
			[1.000] 732			
6095001	ZN4(OH)6SO4	-25.172	[-6.000] 330	[4.000] 950	[6.000]	2
			[1.000] 732			
5195000	ZNNO3)2,6H2O	-18.570	[1.000] 950	[2.000] 492	[6.000]	2
2095005	ZNO(ACTIVE)	-6.315	[-2.000] 330	[1.000] 950	[1.000]	2
2095006	ZINCITE	-6.776	[-2.000] 330	[1.000] 950	[1.000]	2
6095002	ZN3O(SO4)2	-39.330	[-2.000] 330	[3.000] 950	[2.000] 732	
			[1.000] 2			
8295000	ZNSIO3	-2.195	[-2.000] 330	[-1.000] 2	[1.000] 950	
			[1.000] 770			
8095000	WILLEMITE	-10.035	[-4.000] 330	[2.000] 950	[1.000] 770	
6095003	ZINCOSITE	-15.322	[1.000] 950	[1.000] 732		
6095004	ZNSO4, 1H2O	-11.495	[1.000] 950	[1.000] 732	[1.000]	2
6095005	BIANCHITE	-9.997	[1.000] 950	[1.000] 732	[6.000]	2
6095006	GOSLARITE	-9.702	[1.000] 950	[1.000] 732	[7.000]	2
16000	CD METAL	-37.546	[1.000] 160	[2.000]	1	
16001	GAMMA CD	-37.650	[1.000] 160	[2.000]	1	
5016000	OTAVITE	-3.462	[1.000] 160	[1.000] 140		
4116000	CDCL2	-17.381	[1.000] 160	[2.000]	180	
4116001	CDCL2, 1H2O	-16.274	[1.000] 160	[2.000] 180	[1.000]	2
4116002	CDCL2,2.5H2O	-15.942	[1.000] 160	[2.000] 180	[2.500]	2

ID #	NAME	Sat. Index	Stoichiometry in [brackets]			
2016000	CD(OH)2 (A)	-11.219	[-2.000]	330	[1.000]	160 [2.000] 2
2016001	CD(OH)2 (C)	-10.539	[-2.000]	330	[1.000]	160 [2.000] 2
4116003	CDOHCL	-11.144	[-1.000]	330	[1.000]	160 [1.000] 2
			[1.000]	180		
6016000	CD3(OH)4SO4	-29.980	[-4.000]	330	[3.000]	160 [4.000] 2
			[1.000]	732		
6016001	CD3OH2(SO4)2	-30.883	[-2.000]	330	[3.000]	160 [2.000] 2
			[2.000]	732		
6016002	CD4(OH)6SO4	-32.709	[-6.000]	330	[4.000]	160 [6.000] 2
			[1.000]	732		
2016002	MONTEPONITE	-12.724	[-2.000]	330	[1.000]	160 [1.000] 2
8216000	CDSIO3	-10.162	[-1.000]	2	[1.000]	160 [1.000] 770
			[-2.000]	330		
6016003	CDSO4	-13.967	[1.000]	160	[1.000]	732
6016004	CDSO4, 1H2O	-12.202	[1.000]	160	[1.000]	732 [1.000] 2
6016005	CDSO4, 2.7H2O	-11.893	[1.000]	160	[1.000]	732 [2.670] 2
60000	PB METAL	-27.244	[1.000]	600	[2.000]	1
4160000	COTUNNITE	-12.449	[1.000]	600	[2.000]	180
4160002	PHOSGENITE	-14.205	[2.000]	600	[2.000]	180 [1.000] 140
5060000	CERRUSITE	-3.364	[1.000]	600	[1.000]	140
2060000	MASSICOT	-9.733	[-2.000]	330	[1.000]	600 [1.000] 2
2060001	LITHARGE	-9.531	[-2.000]	330	[1.000]	600 [1.000] 2
2060002	PBO, .3H2O	-9.318	[-2.000]	330	[1.000]	600 [1.330] 2
5060001	PB2OCO3	-12.804	[-2.000]	330	[2.000]	600 [1.000] 2
			[1.000]	140		
6060000	LARNAKITE	-9.335	[-2.000]	330	[2.000]	600 [1.000] 732
			[1.000]	2		
6060001	PB3O2SO4	-16.767	[-4.000]	330	[3.000]	600 [1.000] 732
			[2.000]	2		
6060002	PB4O3SO4	-25.219	[-6.000]	330	[4.000]	600 [1.000] 732
			[3.000]	2		
5060002	PB3O2CO3	-21.094	[-4.000]	330	[3.000]	600 [1.000] 140
			[2.000]	2		
8250000	PBSIO3	-7.658	[-1.000]	2	[-2.000]	330 [1.000] 600
			[1.000]	770		
8060000	PB2SIO4	-16.920	[-4.000]	330	[2.000]	600 [1.000] 770
6060003	ANGLESITE	-5.239	[1.000]	600	[1.000]	732
2060003	PLATTNERITE	-21.033	[-4.000]	330	[-2.000]	1 [1.000] 600
			[2.000]	2		
3060000	PB2O3	-27.070	[-6.000]	330	[-2.000]	1 [2.000] 600
			[3.000]	2		
3060001	MINIUM	-39.025	[-8.000]	330	[-2.000]	1 [3.000] 600
			[4.000]	2		
2060004	PB(OH)2 (C)	-4.892	[-2.000]	330	[1.000]	600 [2.000] 2
4160003	LAURIONITE	-7.483	[-1.000]	330	[1.000]	600 [1.000] 180
			[1.000]	2		
4160004	PB2(OH)3CL	-11.991	[-3.000]	330	[2.000]	600 [3.000] 2
			[1.000]	180		
5060003	HYDCERRUSITE	-12.147	[-2.000]	330	[3.000]	600 [2.000] 140
			[2.000]	2		
2060005	PB2O(OH)2	-18.877	[-4.000]	330	[2.000]	600 [3.000] 2

ID #	NAME	Sat. Index	Stoichiometry in [brackets]					
6060004	PB4(OH)6SO4	-23.206	[-6.000]	330	[4.000]	600	[1.000]	732
			[6.000]	2				
5054000	NICO3	-9.526	[1.000]	540	[1.000]	140		
2054000	NI(OH)2	-5.704	[-2.000]	330	[1.000]	540	[2.000]	2
6054000	NI4(OH)6SO4	-31.884	[-6.000]	330	[4.000]	540	[1.000]	732
			[6.000]	2				
2054001	BUNSENITE	-8.924	[-2.000]	330	[1.000]	540	[1.000]	2
6054001	RETGERSITE	-10.464	[1.000]	540	[1.000]	732	[6.000]	2
6054002	MORENOSITE	-10.091	[1.000]	540	[1.000]	732	[7.000]	2
8054000	NI2SIO4	-10.801	[-4.000]	330	[2.000]	540	[1.000]	770
8450001	ANALCIME	-3.067	[1.000]	500	[1.000]	30	[2.000]	770
			[-1.000]	2	[-4.000]	330		
8603000	HALLOYSITE	1.304	[2.000]	30	[2.000]	770	[1.000]	2
			[-6.000]	330				
8603001	KAOLINITE	4.700	[2.000]	30	[2.000]	770	[1.000]	2
			[-6.000]	330				
8415000	LEONHARDITE	5.703	[-1.000]	2	[-16.000]	330	[2.000]	150
			[8.000]	770	[4.000]	30		
8450002	LOW ALBITE	-2.515	[1.000]	500	[1.000]	30	[3.000]	770
			[-4.000]	330	[-4.000]	2		
8450003	ANALBITE	-3.504	[1.000]	500	[1.000]	30	[3.000]	770
			[-4.000]	330	[-4.000]	2		
8641000	MUSCOVITE	2.050	[1.000]	410	[3.000]	30	[3.000]	770
			[-10.000]	330				
8415001	ANORTHITE	-7.677	[1.000]	150	[2.000]	30	[2.000]	770
			[-8.000]	330				
8603002	PYROPHYLLITE	5.578	[2.000]	30	[4.000]	770	[-4.000]	2
			[-6.000]	330				
8415002	LAUMONTITE	-3.588	[1.000]	150	[2.000]	30	[4.000]	770
			[-8.000]	330				
8415003	WAIKAKITE	-8.365	[1.000]	150	[2.000]	30	[4.000]	770
			[-8.000]	330	[-2.000]	2		
5023101	MALACHITE	-6.438	[2.000]	231	[2.000]	2	[1.000]	140
			[-2.000]	330				
5023102	AZURITE	-10.665	[3.000]	231	[2.000]	2	[2.000]	140
			[-2.000]	330				
2015000	LIME	-25.785	[-2.000]	330	[1.000]	150	[1.000]	2
2015001	PORTLANDITE	-15.213	[-2.000]	330	[1.000]	150	[2.000]	2
2046001	PERICLASE	-14.819	[-2.000]	330	[1.000]	460	[1.000]	2
3046000	SPINEL	-12.261	[-8.000]	330	[1.000]	460	[2.000]	30
			[4.000]	2				
3046001	MAG-FERRITE	-0.769	[-8.000]	330	[1.000]	460	[2.000]	281
			[4.000]	2				
8215002	WOLLASTONITE	-8.943	[-1.000]	2	[-2.000]	330	[1.000]	770
			[1.000]	150				
8215003	P-WOLLSTANIT	-9.838	[-1.000]	2	[-2.000]	330	[1.000]	770
			[1.000]	150				
8015001	CA-OLIVINE	-26.264	[-4.000]	330	[1.000]	770	[2.000]	150
8015002	LARNITE	-27.829	[-4.000]	330	[1.000]	770	[2.000]	150
8015007	CA3SIO5	-55.625	[-6.000]	330	[1.000]	770	[3.000]	150
			[1.000]	2				

ID #	NAME	Sat. Index	Stoichiometry in [brackets]			
8015003	MONTICELLITE	-19.348	[-4.000]	330	[1.000]	770 [1.000] 150
			[1.000]	460		
8015005	AKERMINITE	-32.713	[-1.000]	2 [-6.000]	330 [2.000]	770
			[2.000]	150 [1.000]	460	
8015004	MERWINITE	-46.321	[-8.000]	330 [2.000]	770 [1.000]	460
			[3.000]	150		
8441000	KALSILITE	-8.365	[-4.000]	330 [1.000]	770 [1.000]	30
			[1.000]	410		
8441001	LEUCITE	-5.485	[-2.000]	2 [-4.000]	330 [2.000]	770
			[1.000]	30 [1.000]	410	
8441002	MICROCLINE	-3.128	[-4.000]	2 [-4.000]	330 [3.000]	770
			[1.000]	30 [1.000]	410	
8441003	H SANIDINE	-3.630	[-4.000]	2 [-4.000]	330 [3.000]	770
			[1.000]	30 [1.000]	410	
8450004	NEPHELINE	-7.133	[-4.000]	330 [1.000]	770 [1.000]	30
			[1.000]	500		
8015006	GEHLENITE	-28.301	[-10.000]	330 [2.000]	30 [1.000]	770
			[2.000]	150 [3.000]	2	
3028102	LEPIDOCROCIT	3.722	[-3.000]	330 [1.000]	281 [2.000]	2
8650000	NA-NONTRONIT	14.878	[-7.320]	330 [-2.680]	2 [0.330]	30
			[2.000]	281 [0.330]	500 [3.670]	770
8641002	K-NONTRONITE	15.020	[-7.320]	330 [-2.680]	2 [0.330]	30
			[2.000]	281 [0.330]	410 [3.670]	770
8615000	CA-NONTRONIT	21.866	[-7.320]	330 [-2.680]	2 [0.330]	30
			[2.000]	281 [0.167]	150 [3.670]	770
8646005	MG-NONTRONIT	21.464	[-7.320]	330 [-2.680]	2 [0.330]	30
			[2.000]	281 [0.167]	460 [3.670]	770
8646006	Montmorillon	4.126	[3.810]	770 [0.490]	460 [-6.760]	330
			[-3.240]	2 [0.220]	281 [1.710]	30
4121100	CRCL3	-48.171	[1.000]	211 [3.000]	180 [2.000]	330
			[-2.000]	2		
3021101	MGCR2O4	-10.108	[2.000]	211 [1.000]	460 [-4.000]	330
3021102	CR2O3	-1.569	[2.000]	211 [-2.000]	330 [-1.000]	2
2021102	CR(OH)3 (A)	-1.556	[1.000]	211 [1.000]	2 [-1.000]	330
2021101	CR(OH)3 (C)	-4.212	[1.000]	211 [1.000]	2 [-1.000]	330

PART 1 of OUTPUT FILE

PC MINTEQA2 v3.10 DATE OF CALCULATIONS: 20-OCT-95 TIME: 13:25:14

Taekawnyung, Stream Sample
T-2

 Temperature (Celsius): 15.20
 Units of concentration: MG/L
 Ionic strength to be computed.
 If specified, carbonate concentration represents total inorganic carbon.
 Do not automatically terminate if charge imbalance exceeds 30%
 Precipitation is allowed only for those solids specified as ALLOWED
 in the input file (if any).
 The maximum number of iterations is: 200
 The method used to compute activity coefficients is: Davies equation
 Intermediate output file

 330 0.000E-01 -6.14 y
 1 0.000E-01 -7.52
 770 1.092E+01 -3.73 y
 30 5.500E-02 -6.35 y
 281 2.000E-02 -6.75 y
 460 6.200E-01 -4.59 y
 150 2.740E+00 -3.98 y
 500 2.800E+00 -3.86 y
 410 1.000E-02 -6.59 y
 180 2.040E+00 -4.32 y
 492 4.390E+00 -3.94 y
 732 4.350E+00 -4.32 y
 140 1.169E+01 -3.30 y
 211 4.000E-04 -8.33 y
 471 1.370E-03 -7.62 y
 540 5.000E-04 -8.07 y
 231 1.200E-03 -7.69 y
 950 9.400E-03 -7.32 y
 160 7.000E-05 -9.21 y
 100 3.900E-03 -7.73 y
 600 7.000E-04 -8.54 y
 893 6.800E-05 -7.96 y

H2O has been inserted as a COMPONENT

3 2
 1 7.5248 0.0000
 330 6.1400 0.0000

INPUT DATA BEFORE TYPE MODIFICATIONS

ID	NAME	ACTIVITY GUESS	LOG GUESS	ANAL TOTAL
330	H+1	7.244E-07	-6.140	0.000E-01
1	E-1	3.020E-08	-7.520	0.000E-01
770	H4SiO4	1.862E-04	-3.730	1.092E+01
30	Al+3	4.467E-07	-6.350	5.500E-02
281	Fe+3	1.778E-07	-6.750	2.000E-02
460	Mg+2	2.570E-05	-4.590	6.200E-01
150	Ca+2	1.047E-04	-3.980	2.740E+00
500	Na+1	1.380E-04	-3.860	2.800E+00

180	Cl-1	4.786E-05	-4.320	2.040E+00
492	NO3-1	1.148E-04	-3.940	4.390E+00
732	SO4-2	4.786E-05	-4.320	4.350E+00
140	CO3-2	5.012E-04	-3.300	1.169E+01
211	Cr(OH)2+	4.677E-09	-8.330	4.000E-04
471	Mn+3	2.399E-08	-7.620	1.370E-03
540	Ni+2	8.511E-09	-8.070	5.000E-04
231	Cu+2	2.042E-08	-7.690	1.200E-03
950	Zn+2	4.786E-08	-7.320	9.400E-03
160	Cd+2	6.166E-10	-9.210	7.000E-05
100	Ba+2	1.862E-08	-7.730	3.900E-03
600	Pb+2	2.884E-09	-8.540	7.000E-04
893	UO2+2	1.096E-08	-7.960	6.800E-05
2	H2O	1.000E+00	0.000	0.000E-01

Charge Balance: UNSPECIATED

Sum of CATIONS= 3.175E-04 Sum of ANIONS = 6.085E-04

PERCENT DIFFERENCE = 3.143E+01 (ANIONS - CATIONS)/(ANIONS + CATIONS)

 IMPROVED ACTIVITY GUESSES PRIOR TO FIRST ITERATION: ;

H4SiO4	Log activity guess:	-3.94
Al+3	Log activity guess:	-8.32
Fe+3	Log activity guess:	-13.06
SO4-2	Log activity guess:	-4.34
CO3-2	Log activity guess:	-8.38
Cr(OH)2+	Log activity guess:	-8.48
Cu+2	Log activity guess:	-7.73

PART 3 of OUTPUT FILE

PC MINTEQA2 v3.10 DATE OF CALCULATIONS: 20-OCT-95 TIME: 13:25:15

PARAMETERS OF THE COMPONENT MOST OUT OF BALANCE:

ITER	NAME	TOTAL MOL	DIFF FXN	LOG ACTVTY	RESIDUAL
0	Ba+2	2.840E-08	-9.777E-09	-7.73000	9.774E-09
1	Zn+2	1.438E-07	-1.450E-11	-6.85044	1.189E-13
2	Ba+2	2.840E-08	2.827E-09	-7.54672	2.824E-09
3	Ba+2	2.840E-08	3.376E-12	-7.58793	5.356E-13

ID	NAME	ANAL MOL	CALC MOL	LOG ACTVTY	GAMMA	DIFF FXN
893	UO2+2	2.518E-10	4.635E-12	-11.37522	0.909362	-4.276E-17
600	Pb+2	3.379E-09	2.921E-09	-8.57579	0.909362	-6.879E-15
770	H4SiO4	1.136E-04	1.136E-04	-3.94455	1.000102	5.719E-13
30	Al+3	2.039E-06	5.849E-09	-8.32573	0.807528	-5.511E-13
281	Fe+3	3.581E-07	1.045E-13	-13.07377	0.807528	-2.050E-13
460	Mg+2	2.550E-05	2.533E-05	-4.63767	0.909362	-5.867E-11
150	Ca+2	5.837E-05	6.785E-05	-4.20969	0.909362	-1.572E-10
500	Na+1	1.218E-04	1.218E-04	-3.92477	0.976527	-7.053E-11
410	K+1	2.558E-07	2.557E-07	-6.60260	0.976527	-1.481E-13
180	Cl-1	5.754E-05	5.754E-05	-4.25032	0.976527	-3.332E-11
492	NO3-1	7.080E-05	7.080E-05	-4.16026	0.976527	-4.100E-11
732	SO4-2	4.529E-05	4.463E-05	-4.39164	0.909362	-1.034E-10
140	CO3-2	1.948E-04	4.499E-09	-8.38812	0.909362	-4.529E-11
211	Cr(OH)2+	4.651E-09	3.236E-09	-8.50027	0.976527	-4.429E-15
471	Mn+3	2.494E-08	2.494E-08	-7.69598	0.807528	-1.300E-13
540	Ni+2	8.517E-09	8.169E-09	-8.12911	0.909362	-1.896E-14
231	Cu+2	1.888E-08	1.711E-08	-7.80804	0.909362	-4.002E-14
950	Zn+2	1.438E-07	1.415E-07	-6.89064	0.909362	-3.282E-13
160	Cd+2	6.228E-10	6.088E-10	-9.25681	0.909362	-1.414E-15
100	Ba+2	2.840E-08	2.840E-08	-7.58798	0.909362	-6.578E-14
2	H2O	0.000E-01	-6.034E-06	-0.00001	1.000000	0.000E-01
330	H+1	0.000E-01	7.418E-07	-6.14000	0.976527	0.000E-01
1	E-1	0.000E-01	0.000E-01	-7.52480	0.976527	0.000E-01

Type I - COMPONENTS AS SPECIES IN SOLUTION

ID	NAME	CALC MOL	ACTIVITY	LOG ACTVTY	GAMMA	NEW LOG γ
330	H+1	7.418E-07	7.244E-07	-6.14000	0.97653	0.010
893	UO2+2	4.635E-12	4.215E-12	-11.37522	0.90936	0.041
770	H4SiO4	1.136E-04	1.136E-04	-3.94455	1.00010	0.000
30	Al+3	5.849E-09	4.724E-09	-8.32573	0.80753	0.093
281	Fe+3	1.045E-13	8.438E-14	-13.07377	0.80753	0.093
460	Mg+2	2.533E-05	2.303E-05	-4.63767	0.90936	0.041
150	Ca+2	6.785E-05	6.170E-05	-4.20969	0.90936	0.041
500	Na+1	1.218E-04	1.189E-04	-3.92477	0.97653	0.010
410	K+1	2.557E-07	2.497E-07	-6.60260	0.97653	0.010
180	Cl-1	5.754E-05	5.619E-05	-4.25032	0.97653	0.010
492	NO3-1	7.080E-05	6.914E-05	-4.16026	0.97653	0.010
732	SO4-2	4.463E-05	4.058E-05	-4.39164	0.90936	0.044
140	CO3-2	4.499E-09	4.091E-09	-8.38812	0.90936	0.041
211	Cr(OH)2+	3.236E-09	3.160E-09	-8.50027	0.97653	0.010
471	Mn+3	2.494E-08	2.014E-08	-7.69598	0.80753	0.093
540	Ni+2	8.169E-09	7.428E-09	-8.12911	0.90936	0.041
231	Cu+2	1.711E-08	1.556E-08	-7.80804	0.90936	0.041

160	Cd+2	6.088E-10	5.536E-10	-9.25681	0.90936	0.041
100	Ba+2	2.840E-08	2.582E-08	-7.58798	0.90936	0.041
600	Pb+2	2.921E-09	2.656E-09	-8.57579	0.90936	0.041

Type II - OTHER SPECIES IN SOLUTION OR ADSORBED

ID	NAME	CALC MOL	ACTIVITY	LOG ACTVTY	GAMMA	NEW LOGX
2117322	Cr2OH2SO4)S	2.910E-24	2.911E-24	-23.53601	1.00010	14.528
2117323	Cr2OH2SO4+2	3.343E-18	3.040E-18	-17.51717	0.90936	16.196
2117324	Cr2OH2SO42	7.327E-21	7.328E-21	-20.13501	1.00010	17.929
3300020	OH-	7.159E-09	6.991E-09	-8.15549	0.97653	-14.285
3307700	H2SiO4 -	1.184E-08	1.156E-08	-7.93689	0.97653	-10.122
3307701	H2SiO4 -2	1.202E-14	1.093E-14	-13.96121	0.90936	-22.255
4603300	MgOH +	2.431E-11	2.374E-11	-10.62447	0.97653	-12.116
4601400	MgCO3 AQ	7.856E-11	7.857E-11	-10.10476	1.00010	2.921
4601401	MgHCO3 +	2.017E-08	1.970E-08	-7.70550	0.97653	11.471
4607320	MgSO4 AQ	1.547E-07	1.547E-07	-6.81049	1.00010	2.219
1503300	CaOH +	1.044E-11	1.019E-11	-10.99170	0.97653	-12.912
1501400	CaHCO3 +	3.866E-08	3.775E-08	-7.42307	0.97653	11.325
1501401	CaCO3 AQ	3.021E-10	3.021E-10	-9.51988	1.00010	3.078
1507320	CaSO4 AQ	4.730E-07	4.731E-07	-6.32509	1.00010	2.276
5001400	NaCO3 -	5.845E-12	5.708E-12	-11.24354	0.97653	1.080
5001401	NaHCO3 AQ	4.237E-09	4.237E-09	-8.37290	1.00010	10.080
5007320	NaSO4 -	2.339E-08	2.284E-08	-7.64138	0.97653	0.685
4107320	KSO4 -	6.226E-11	6.079E-11	-10.21614	0.97653	0.788
303300	AlOH +2	3.984E-08	3.623E-08	-7.44099	0.90936	-5.214
303301	Al(OH)2 +	7.321E-07	7.149E-07	-6.14574	0.97653	-10.090
303302	Al(OH)4 -	1.830E-08	1.787E-08	-7.74792	0.97653	-23.972
307320	AlSO4 +	1.841E-10	1.798E-10	-9.74530	0.97653	2.982
307321	Al(SO4)2 -	5.728E-13	5.594E-13	-12.25231	0.97653	4.867
303303	Al(OH)3 AQ	1.242E-06	1.242E-06	-5.90575	1.00010	-16.000
2813300	FeOH +2	4.849E-10	4.410E-10	-9.35558	0.90936	-2.381
2817320	FeSO4 +	2.386E-14	2.330E-14	-13.63256	0.97653	3.843
2811800	FeCl +2	1.181E-16	1.074E-16	-15.96892	0.90936	1.396
2811801	FeCl2 +	3.680E-20	3.594E-20	-19.44441	0.97653	2.140
2811802	FeCl3 AQ	2.019E-25	2.020E-25	-24.69473	1.00010	1.130
2813301	FeOH2 +	3.520E-07	3.437E-07	-6.46378	0.97653	-5.660
2813302	FeOH3 AQ	5.574E-09	5.575E-09	-8.25378	1.00010	-13.600
2813303	FeOH4 -	7.880E-11	7.695E-11	-10.11379	0.97653	-21.590
2817321	Fe(SO4)2 -	2.956E-17	2.887E-17	-16.53958	0.97653	5.328
2813304	Fe2(OH)2+4	1.113E-17	7.612E-18	-17.11848	0.68383	-3.086
2813305	Fe3(OH)4+5	9.502E-22	5.247E-22	-21.28009	0.55221	-6.361
1003300	BaOH +	7.376E-16	7.203E-16	-15.14248	0.97653	-13.684
2311400	CuCO3 AQ	3.418E-10	3.418E-10	-9.46617	1.00010	6.730
2311401	Cu(CO3)2-2	1.936E-15	1.761E-15	-14.75429	0.90936	9.871
2311800	CuCl +	1.546E-12	1.509E-12	-11.82119	0.97653	0.247
2311801	CuCl2 AQ	4.129E-17	4.130E-17	-16.38409	1.00010	-0.075
2311802	CuCl3 -	7.180E-24	7.012E-24	-23.15418	0.97653	-2.585
2311803	CuCl4 -2	2.941E-30	2.674E-30	-29.57276	0.90936	-4.722
2313300	CuOH +	2.199E-10	2.148E-10	-9.66805	0.97653	-7.990
2313301	Cu(OH)2 AQ	6.193E-10	6.194E-10	-9.20806	1.00010	-13.680
2313302	Cu(OH)3 -	5.288E-17	5.163E-17	-16.28706	0.97653	-26.889
2313303	Cu(OH)4 -2	1.560E-23	1.419E-23	-22.84807	0.90936	-39.559
2313304	Cu2(OH)2+2	9.030E-15	8.212E-15	-14.08558	0.90936	-10.708
2317320	CuSO4 AQ	1.211E-10	1.211E-10	-9.91688	1.00010	2.233
2311402	CuHCO3 +	4.722E-10	4.611E-10	-9.33617	0.97653	13.010
9501800	ZnCl +	1.336E-11	1.304E-11	-10.88461	0.97653	0.267
9501801	ZnCl2 AQ	7.399E-16	7.400E-16	-15.13076	1.00010	0.260
9501802	ZnCl3 -	4.525E-20	4.419E-20	-19.35471	0.97653	0.297
9501803	ZnCl4 -2	1.271E-24	1.155E-24	-23.93724	0.90936	-0.004
9503300	ZnOH +	1.002E-10	9.788E-11	-10.00933	0.97653	-9.248
9503301	Zn(OH)2 AQ	3.092E-12	3.093E-12	-11.50965	1.00010	-16.899
9503302	Zn(OH)3 -	1.382E-17	1.350E-17	-16.86965	0.97653	-28.389
9503303	Zn(OH)4 -2	3.248E-24	2.954E-24	-23.52965	0.90936	-41.158

9501804	ZnOHCl AQ	3.304E-13	3.304E-13	-12.48096	1.00010	-7.480
9507320	ZnSO4 AQ	1.141E-09	1.141E-09	-8.94259	1.00010	2.340
9507321	Zn(SO4)2-2	4.440E-13	4.037E-13	-12.39391	0.90936	3.321
9501400	ZnHCO3 +	9.807E-10	9.577E-10	-9.01876	0.97653	12.410
9501401	ZnCO3 AQ	1.050E-10	1.050E-10	-9.97876	1.00010	5.300
9501402	Zn(CO3)2-2	1.010E-14	9.186E-15	-14.03688	0.90936	9.671
1601800	CdCl +	2.951E-12	2.882E-12	-11.54029	0.97653	1.977
1601801	CdCl2 AQ	6.529E-16	6.530E-16	-15.18510	1.00010	2.572
1601802	CdCl3 -	2.063E-20	2.015E-20	-19.69572	0.97653	2.322
1601400	Cd(CO3)3-4	9.202E-29	6.292E-29	-23.20118	0.68383	6.385
1603300	CdOH +	3.323E-14	3.245E-14	-13.48884	0.97653	-10.362
1603301	Cd(OH)2 AQ	4.711E-18	4.712E-18	-17.32682	1.00010	-20.350
1603302	Cd(OH)3 -	7.473E-25	7.297E-25	-24.13683	0.97653	-33.290
1603303	Cd(OH)4 -2	9.873E-33	8.978E-33	-32.04683	0.90936	-47.309
1603304	Cd2OH +3	1.220E-22	9.850E-23	-22.00659	0.80753	-9.540
1601803	CdOHCl AQ	1.354E-15	1.355E-15	-14.86822	1.00010	-7.501
1604920	CdNO3 +	1.293E-13	1.253E-13	-12.90216	0.97653	0.525
1607320	CdSO4 AQ	6.130E-12	6.130E-12	-11.21252	1.00010	2.436
1601400	CdHCO3 +	4.221E-12	4.122E-12	-11.38493	0.97653	12.410
1601401	CdCO3 AQ	5.676E-13	5.676E-13	-12.24593	1.00010	5.399
1607321	Cd(SO4)2-2	3.171E-15	2.883E-15	-14.54008	0.90936	3.541
6001800	PbCl +	4.859E-12	4.745E-12	-11.32375	0.97653	1.513
6001801	PbCl2 AQ	5.005E-16	5.006E-16	-15.30051	1.00010	1.776
6001802	PbCl3 -	2.159E-20	2.108E-20	-19.67613	0.97653	1.661
6001803	PbCl4 -2	5.828E-25	5.299E-25	-24.27577	0.90936	1.343
6001400	Pb(CO3)2-2	2.134E-15	1.941E-15	-14.71204	0.90936	10.681
6003300	PbOH +	7.320E-11	7.148E-11	-10.14580	0.97653	-7.700
6003301	Pb(OH)2 AQ	3.838E-14	3.839E-14	-13.41580	1.00010	-17.120
6003302	Pb(OH)3 -	6.230E-19	6.084E-19	-18.21581	0.97653	-28.050
6003303	Pb2OH +3	5.263E-18	4.250E-18	-17.37159	0.80753	-6.267
6004920	PbNO3 +	2.781E-12	2.716E-12	-11.56605	0.97653	1.180
6007320	PbSO4 AQ	6.061E-11	6.061E-11	-10.21743	1.00010	2.750
6003304	Pb3(OH)4+2	2.530E-26	2.301E-26	-25.63813	0.90936	-24.429
6001401	PbCO3 AQ	1.888E-10	1.888E-10	-9.72392	1.00010	7.240
6003305	Pb(OH)4 -2	2.121E-24	1.928E-24	-23.71481	0.90936	-39.658
6007321	Pb(SO4)2-2	1.420E-14	1.291E-14	-13.88906	0.90936	3.511
6001402	PbHCO3 +	1.278E-10	1.248E-10	-9.90392	0.97653	13.210
5401800	NiCl +	1.071E-12	1.046E-12	-11.98043	0.97653	0.409
5403300	NiOH +	7.662E-13	7.482E-13	-12.12597	0.97653	-10.127
5403301	Ni(OH)2 AQ	1.415E-15	1.415E-15	-14.84912	1.00010	-19.000
5403302	Ni(OH)3 -	2.001E-20	1.954E-20	-19.70912	0.97653	-29.990
5407320	NiSO4 AQ	5.437E-11	5.437E-11	-10.26463	1.00010	2.256
5401801	NiCl2 AQ	2.139E-16	2.139E-16	-15.66975	1.00010	0.960
5401400	NiHCO3 +	6.654E-11	6.498E-11	-10.18723	0.97653	12.480
5401401	NiCO3 AQ	2.253E-10	2.253E-10	-9.64723	1.00010	6.870
5401402	Ni(CO3)2-2	1.762E-15	1.602E-15	-14.79535	0.90936	10.151
5407321	Ni(SO4)2-2	1.409E-16	1.281E-16	-15.89238	0.90936	1.061
3301400	HCO3 -	7.915E-05	7.729E-05	-4.11187	0.97653	10.427
3301401	H2CO3 AQ	1.156E-04	1.156E-04	-3.93703	1.00010	16.731
3307320	HSO4 -	2.297E-09	2.243E-09	-8.64914	0.97653	1.893
8933300	UO2OH +1	2.867E-11	2.799E-11	-10.55296	0.97653	-5.307
8933301	UO2)2OH2+2	4.986E-17	4.534E-17	-16.34350	0.90936	-5.832
8933302	UO2)3OH5+1	2.708E-20	2.645E-20	-19.57766	0.97653	-16.142
8931400	UO2CO3 AQ	2.093E-10	2.094E-10	-9.67909	1.00010	10.084
8931401	UO2CO3)2-2	6.422E-12	5.840E-12	-11.23361	0.90936	16.959
8931402	UO2CO3)3-4	1.604E-15	1.097E-15	-14.95987	0.68383	21.745
8931800	UO2Cl +1	3.778E-16	3.690E-16	-15.43303	0.97653	0.203
8937320	UO2SO4 AQ	7.121E-14	7.122E-14	-13.14741	1.00010	2.619
8937321	UO2SO4)2-2	9.153E-17	8.323E-17	-16.07971	0.90936	4.120
8937700	UO2HSO4	2.695E-12	2.632E-12	-11.57978	0.97653	-2.390
2113300	Cr+3	2.407E-11	1.944E-11	-10.71131	0.80753	10.162
2113301	Cr(OH)+2	1.050E-09	9.544E-10	-9.02027	0.90936	5.661
2113302	Cr(OH)3 AQ	3.234E-10	3.234E-10	-9.49028	1.00010	-7.130
2113303	Cr(OH)4-	4.365E-15	4.263E-15	-14.37028	0.97653	-18.140
2113304	CrO2-	1.108E-14	1.082E-14	-13.96587	0.97653	-17.735

2111801	CrCl2 +	3.948E-21	3.855E-21	-20.41395	0.97653	8.877
2111802	CrOHCl2 AQ	6.634E-21	6.634E-21	-20.17821	1.00010	2.963
2114920	CrNO3 +2	4.558E-17	4.145E-17	-16.38248	0.90936	8.599
2117320	CrSO4 +	1.217E-14	1.188E-14	-13.92518	0.97653	11.257
2117321	CrOHSO4 AQ	1.752E-11	1.752E-11	-10.75650	1.00010	8.275

Type III - SPECIES WITH FIXED ACTIVITY

ID	NAME	CALC MOL	LOG MOL	NEW LOGK*	DH
2	H2O	-6.034E-06	-5.219	0.000	0.000
330	H+1	-3.051E-04	-3.516	6.140	0.000
1	E-1	0.000E-01	0.000	7.525	0.000

Type VI - EXCLUDED SPECIES (not included in mole balance)

ID	NAME	CALC MOL	LOG MOL	NEW LOGK	DH
3301404	CH4 (g)	0.000E-01	-88.527	41.460	-61.000
3301403	CO2 (g)	3.189E-03	-2.496	18.172	-0.530
3300021	O2 (g)	3.597E-32	-31.444	-86.103	133.830

PERCENTAGE DISTRIBUTION OF COMPONENTS AMONG
TYPE I and TYPE II (dissolved and adsorbed) species

UO2+2	1.8	PERCENT BOUND IN SPECIES # 893	UO2+2
	11.4	PERCENT BOUND IN SPECIES #8933300	UO2OH +1
	82.1	PERCENT BOUND IN SPECIES #8931400	UO2CO3 AQ
	2.5	PERCENT BOUND IN SPECIES #8931401	UO2CO3)2-2
	1.1	PERCENT BOUND IN SPECIES #8937700	UO2H3SiO4
Pb+2	86.4	PERCENT BOUND IN SPECIES # 600	Pb+2
	2.2	PERCENT BOUND IN SPECIES #6003300	PbOH +
	1.8	PERCENT BOUND IN SPECIES #6007320	PbSO4 AQ
	5.6	PERCENT BOUND IN SPECIES #6001401	PbCO3 AQ
	3.8	PERCENT BOUND IN SPECIES #6001402	PbHCO3 +
H4SiO4	100.0	PERCENT BOUND IN SPECIES # 770	H4SiO4
Al+3	2.0	PERCENT BOUND IN SPECIES # 303300	AlOH +2
	35.9	PERCENT BOUND IN SPECIES # 303301	Al(OH)2 +
	60.9	PERCENT BOUND IN SPECIES # 303303	Al(OH)3 AQ
Fe+3	98.3	PERCENT BOUND IN SPECIES #2813301	FeOH2 +
	1.6	PERCENT BOUND IN SPECIES #2813302	FeOH3 AQ
Mg+2	99.3	PERCENT BOUND IN SPECIES # 460	Mg+2
Ca+2	99.3	PERCENT BOUND IN SPECIES # 150	Ca+2
Na+1	100.0	PERCENT BOUND IN SPECIES # 500	Na+1
K+1	100.0	PERCENT BOUND IN SPECIES # 410	K+1
Cl-1	100.0	PERCENT BOUND IN SPECIES # 180	Cl-1
NO3-1	100.0	PERCENT BOUND IN SPECIES # 492	NO3-1
SO4-2	98.6	PERCENT BOUND IN SPECIES # 732	SO4-2
	1.0	PERCENT BOUND IN SPECIES #1507320	CaSO4 AQ
CO3-2	40.6	PERCENT BOUND IN SPECIES #3301400	HCO3 -
	59.3	PERCENT BOUND IN SPECIES #3301401	H2CO3 AQ
Cr(OH)2+	69.6	PERCENT BOUND IN SPECIES # 211	Cr(OH)2+
	22.6	PERCENT BOUND IN SPECIES #2113301	Cr(OH)+2
	7.0	PERCENT BOUND IN SPECIES #2113302	Cr(OH)3 AQ
Mn+3	100.0	PERCENT BOUND IN SPECIES # 471	Mn+3
Ni+2	95.9	PERCENT BOUND IN SPECIES # 540	Ni+2
	2.6	PERCENT BOUND IN SPECIES #5401401	NiCO3 AQ
Cu+2	90.6	PERCENT BOUND IN SPECIES # 231	Cu+2
	1.8	PERCENT BOUND IN SPECIES #2311400	CuCO3 AQ
	1.2	PERCENT BOUND IN SPECIES #2313300	CuOH +
	3.3	PERCENT BOUND IN SPECIES #2313301	Cu(OH)2 AQ
	2.5	PERCENT BOUND IN SPECIES #2311402	CuHCO3 +

Zn+2	98.4	PERCENT BOUND IN SPECIES #	950	Zn+2
Cd+2	97.7	PERCENT BOUND IN SPECIES #	160	Cd+2
Ba+2	100.0	PERCENT BOUND IN SPECIES #	100	Ba+2
H2O	24.3	PERCENT BOUND IN SPECIES #	303301	Al(OH)2 +
	1.2	PERCENT BOUND IN SPECIES #	303302	Al(OH)4 -
	61.8	PERCENT BOUND IN SPECIES #	303303	Al(OH)3 A2
	11.7	PERCENT BOUND IN SPECIES #	2813201	FeOH2 +
H+1	25.9	PERCENT BOUND IN SPECIES #	3301400	HCO3 -
	75.8	PERCENT BOUND IN SPECIES #	3301401	H2CO3 A2

E-1

PART 5 of OUTPUT FILE

PC MINTEQA2 v3.10 DATE OF CALCULATIONS: 20-OCT-95 TIME: 13:25:16

 ----- EQUILIBRATED MASS DISTRIBUTION -----

IDX	NAME	DISSOLVED		SORBED		PRECIPITATED	
		MOL/KG	PERCENT	MOL/KG	PERCENT	MOL/KG	PERCENT
993	UO2+2	2.518E-10	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
600	Pb+2	3.379E-09	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
770	H4SiO4	1.136E-04	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
30	Al+3	2.039E-06	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
281	Fe+3	3.581E-07	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
460	Mg+2	2.550E-05	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
150	Ca+2	6.837E-05	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
500	Na+1	1.218E-04	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
410	K+1	2.558E-07	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
180	Cl-1	5.754E-05	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
492	NO3-1	7.080E-05	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
732	SO4-2	4.529E-05	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
140	CO3-2	1.948E-04	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
211	Cr(OH)2+	4.651E-09	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
471	Mn+3	2.494E-08	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
540	Ni+2	8.517E-09	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
231	Cu+2	1.888E-08	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
950	Zn+2	1.438E-07	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
160	Cd+2	6.228E-10	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
100	Ba+2	2.840E-08	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
2	H2O	6.034E-06	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
330	H+1	3.051E-04	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
1	E-1	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0

Charge Balance: SPECIATED

Sum of CATIONS = 3.109E-04 Sum of ANIONS 2.968E-04

PERCENT DIFFERENCE = 2.308E+00 (ANIONS - CATIONS)/(ANIONS + CATIONS)

EQUILIBRIUM IONIC STRENGTH (m) = 4.420E-04

EQUILIBRIUM pH = 6.140

EQUILIBRIUM pe = 7.525 or Eh = 432.00 mv

DATE ID NUMBER: 951020

TIME ID NUMBER: 13251619

PART 6 of OUTPUT FILE

PC MINTEQA2 v3.10 DATE OF CALCULATIONS: 20-OCT-95 TIME: 13:25:16

Saturation indices and stoichiometry of all minerals

ID #	NAME	Sat. Index	Stoichiometry in [brackets]			
2089300	UO3 (C)	-7.245	[-2.000]	330	[1.000]	893 [1.000] 2
2089301	GUMMITE	-10.011	[-2.000]	330	[1.000]	893 [1.000] 2
2089302	B-UO2(OH)2	-4.945	[-2.000]	330	[1.000]	893 [2.000] 2
2089303	SCHOEPITE	-4.768	[-2.000]	330	[1.000]	893 [3.000] 2
5089300	RUTHERFORDIN	-5.316	[1.000]	893	[1.000]	140
8015000	URANOPHANE	-15.499	[-6.000]	330	[2.000]	893 [1.000] 150
			[2.000]	770		
5189300	UO2NO3)2	-32.514	[1.000]	893	[2.000]	492
5189301	UO2NO3.2H2O	-24.682	[1.000]	893	[2.000]	492 [2.000] 2
5189302	UO2NO3.3H2O	-23.391	[1.000]	893	[2.000]	492 [3.000] 2
5189303	UO2NO3.6H2O	-21.889	[1.000]	893	[2.000]	492 [6.000] 2
2003000	ALOH3(A)	-0.889	[1.000]	30	[3.000]	2 [-3.000] 330
6003000	ALOH3O4	-3.347	[-1.000]	330	[1.000]	30 [1.000] 732
			[1.000]	2		
6003001	AL4(OH)10SO4	1.005	[-10.000]	330	[4.000]	30 [1.000] 732
			[10.000]	2		
6041000	ALUM K	-18.381	[1.000]	410	[1.000]	30 [2.000] 732
			[12.000]	2		
6041001	ALUNITE	-2.090	[1.000]	410	[3.000]	30 [2.000] 732
			[6.000]	2	[-6.000]	330
6015000	ANHYDRITE	-4.048	[1.000]	150	[1.000]	732
5015000	ARAGONITE	-4.338	[1.000]	150	[1.000]	140
5046000	ARTINITE	-15.624	[-2.000]	330	[2.000]	460 [1.000] 140
			[5.000]	2		
6010000	BARITE	-1.864	[1.000]	100	[1.000]	732
2003001	BOEHMITE	0.889	[-3.000]	330	[1.000]	30 [2.000] 2
2046000	BRUCITE	-9.726	[1.000]	460	[2.000]	2 [-2.000] 330
5015001	CALCITE	-4.170	[1.000]	150	[1.000]	140
2077000	CHALCEDONY	-0.319	[-2.000]	2	[1.000]	770
8646000	CHRYSOTILE	-18.320	[-6.000]	330	[3.000]	460 [2.000] 770
			[1.000]	2		
8246000	CLINOENSTITE	-8.086	[-1.000]	2	[1.000]	460 [1.000] 770
			[-2.000]	330		
2077001	CRISTOBALITE	-0.225	[-2.000]	2	[1.000]	770
2003002	DIASPORE	2.672	[-3.000]	330	[1.000]	30 [2.000] 2
8215000	DIOPSIDE	-12.782	[-2.000]	2	[1.000]	150 [1.000] 460
			[2.000]	770	[-4.000]	330
5015002	DOLOMITE	-8.808	[1.000]	150	[1.000]	460 [2.000] 140
6046000	EPSOMITE	-6.826	[1.000]	460	[1.000]	732 [7.000] 2
8646003	SEPIOLITE(C)	-13.070	[-0.500]	2	[2.000]	460 [3.000] 770
			[-4.000]	330		
2028100	FERRIHYDRITE	0.455	[-3.000]	330	[1.000]	281 [3.000] 2
4128100	FE(OH)2.7CL.3	5.269	[-2.700]	330	[1.000]	281 [2.700] 2
			[0.300]	180		

ID #	NAME	Sat. Index	Stoichiometry in [brackets]			
6028100	FE2(SO4)3	-44.220	[2.000]	281	[3.000]	732
8046000	FORSTERITE	-18.039	[-4.000]	330	[2.000]	460 [1.000] 770
2003003	GIBBSITE (C)	0.816	[-3.000]	330	[1.000]	30 [3.000] 2
3003000	Al2O3	-2.791	[2.000]	30	[3.000]	2 [-6.000] 330
2028102	GOETHITE	4.523	[-3.000]	330	[1.000]	281 [2.000] 2
6015001	GYP SUM	-3.748	[1.000]	150	[1.000]	732 [2.000] 2
4150000	HALITE	-9.737	[1.000]	500	[1.000]	140
3028100	HEMATITE	14.013	[-6.000]	330	[2.000]	281 [3.000] 2
5015003	HUNTITE	-22.251	[3.000]	460	[1.000]	150 [4.000] 140
5046001	HYDRMAGNESIT	-26.953	[5.000]	460	[4.000]	140 [-2.000] 330
			[5.000]	2		
6050000	JAROSITE NA	-4.696	[-6.000]	330	[1.000]	500 [3.000] 281
			[2.000]	732	[6.000]	2
6041002	JAROSITE K	-3.564	[-6.000]	330	[1.000]	410 [3.000] 281
			[2.000]	732	[6.000]	2
6028101	JAROSITE H	-6.434	[-5.000]	330	[3.000]	281 [2.000] 732
			[7.000]	2		
8450000	MAGADIITE	-11.097	[-1.000]	330	[-9.000]	2 [1.000] 500
			[7.000]	770		
3028101	MACHEMITE	4.306	[-6.000]	330	[2.000]	281 [3.000] 2
5046002	MAGNESITE	-5.134	[1.000]	460	[1.000]	140
6050001	MIRABILITE	-10.704	[2.000]	500	[1.000]	732 [10.000] 2
3050000	NATRON	-14.575	[2.000]	500	[1.000]	140 [10.000] 2
5046003	NESQUEHONITE	-7.534	[1.000]	460	[1.000]	140 [3.000] 2
8546001	PHLOGOPITE	-47.500	[-10.000]	330	[1.000]	410 [3.000] 460
			[1.000]	30	[3.000]	770
2077002	QUARTZ	0.200	[-2.000]	2	[1.000]	770
8546004	SEPIOLITE(A)	-15.329	[-0.500]	2	[2.000]	460 [3.000] 770
			[-4.000]	330		
2077003	SiO2(A,GL)	-0.828	[-2.000]	2	[1.000]	770
2077004	SiO2(A,PT)	-1.147	[-2.000]	2	[1.000]	770
8646002	TALC	-16.687	[-4.000]	2	[3.000]	460 [4.000] 770
			[-5.000]	330		
6050002	THENARDITE	-12.075	[2.000]	500	[1.000]	732
5050001	THERMONATR	-16.425	[2.000]	500	[1.000]	140 [1.000] 2
8215001	TREMOLITE	-35.904	[-8.000]	2	[2.000]	150 [5.000] 460
			[8.000]	770	[-14.000]	330
5010000	WITHERITE	-7.383	[1.000]	100	[1.000]	140
2047000	PYROLUSITE	7.877	[-4.000]	330	[-1.000]	1 [1.000] 471
			[2.000]	2		
2047001	BIRNESSITE	6.298	[-4.000]	330	[-1.000]	1 [1.000] 471
			[2.000]	2		
2047002	NSUTITE	6.885	[-4.000]	330	[-1.000]	1 [1.000] 471
			[2.000]	2		
3047100	BIXBYITE	21.719	[-6.000]	330	[2.000]	471 [3.000] 2
2047100	MANGANITE	10.962	[-3.000]	330	[1.000]	471 [2.000] 2
6047100	MN2(SO4)3	-23.727	[2.000]	471	[3.000]	732
4123100	MELANOTHALLI	-20.313	[1.000]	231	[2.000]	180
5023100	CU CO3	-6.566	[1.000]	231	[1.000]	140
2023100	CU(OH)2	-4.508	[-2.000]	330	[1.000]	231 [2.000] 2
4123101	ATACAMITE	-9.203	[-3.000]	330	[2.000]	231 [3.000] 2
			[1.000]	180		

ID #	NAME	Sat. Index	Stoichiometry in [brackets]			
5123100	CU2(OH)3NO3	-10.983	[-3.000] 330 [2.000] 231 [3.000] 2	[1.000] 492		
6023100	ANTLERITE	-11.546	[-4.000] 330 [3.000] 231 [4.000] 2	[1.000] 732		
6023101	BROCHANTITE	-14.124	[-6.000] 330 [4.000] 231 [6.000] 2	[1.000] 732		
6023102	LANGITE	-16.457	[-6.000] 330 [4.000] 231 [7.000] 2	[1.000] 732		
2023101	TENORITE	-3.488	[-2.000] 330 [1.000] 231 [1.000] 2			
6023103	CUOCUSO4	-20.051	[-2.000] 330 [2.000] 231 [1.000] 2	[1.000] 732		
6023104	CUSO4	-15.614	[1.000] 231 [1.000] 732			
6023105	CHALCANTHITE	-9.528	[1.000] 231 [1.000] 732 [5.000] 2			
2023102	DIOPTASE	-6.172	[-2.000] 330 [1.000] 231 [1.000] 770			
3023100	CUPRICFERIT	8.422	[-8.000] 330 [1.000] 231 [2.000] 281	[4.000] 2		
95000	ZN METAL	-48.517	[1.000] 950 [2.000] 1			
4195000	ZNCL2	-22.811	[1.000] 950 [2.000] 180			
5095000	SMITHSONITE	-5.376	[1.000] 950 [1.000] 140			
5095001	ZNCO3, 1H2O	-5.019	[1.000] 950 [1.000] 140 [1.000] 2			
2095000	ZN(OH)2 (A)	-7.061	[-2.000] 330 [1.000] 950 [2.000] 2			
2095001	ZN(OH)2 (C)	-6.811	[-2.000] 330 [1.000] 950 [2.000] 2			
2095002	ZN(OH)2 (B)	-6.361	[-2.000] 330 [1.000] 950 [2.000] 2			
2095003	ZN(OH)2 (G)	-6.321	[-2.000] 330 [1.000] 950 [2.000] 2			
2095004	ZN(OH)2 (E)	-6.111	[-2.000] 330 [1.000] 950 [2.000] 2			
4195001	ZN2(OH)3CL	-14.812	[-3.000] 330 [2.000] 950 [3.000] 2	[1.000] 180		
4195002	ZN5(OH)8CL2	-32.334	[-8.000] 330 [5.000] 950 [8.000] 2	[2.000] 180		
6095000	ZN2(OH)2SO4	-13.393	[-2.000] 330 [2.000] 950 [2.000] 2	[1.000] 732		
6095001	ZN4(OH)6SO4	-23.514	[-6.000] 330 [4.000] 950 [6.000] 2	[1.000] 732		
5195000	ZNNO3)2,5H2O	-18.528	[1.000] 950 [2.000] 492 [6.000] 2			
2095005	ZNO(ACTIVE)	-5.921	[-2.000] 330 [1.000] 950 [1.000] 2			
2095006	ZINCITE	-6.238	[-2.000] 330 [1.000] 950 [1.000] 2			
6095002	ZN3O(SO4)2	-37.577	[-2.000] 330 [3.000] 950 [2.000] 732	[1.000] 2		
8295000	ZNSIO3	-1.892	[-2.000] 330 [-1.000] 2 [1.000] 950	[1.000] 770		
8095000	WILLEMITE	-9.240	[-4.000] 330 [2.000] 950 [1.000] 770			
6095003	ZINCOSITE	-14.720	[1.000] 950 [1.000] 732			
6095004	ZNSO4, 1H2O	-10.949	[1.000] 950 [1.000] 732 [1.000] 2			
6095005	BIANCHITE	-9.521	[1.000] 950 [1.000] 732 [6.000] 2			
6095006	GOSLARITE	-9.249	[1.000] 950 [1.000] 732 [7.000] 2			
16000	CD METAL	-38.198	[1.000] 160 [2.000] 1			
16001	GAMMA CD	-38.301	[1.000] 160 [2.000] 1			
5016000	OTAVITE	-3.918	[1.000] 160 [1.000] 140			
4116000	CDCL2	-17.177	[1.000] 160 [2.000] 180			
4116001	CDCL2, 1H2O	-16.088	[1.000] 160 [2.000] 180 [1.000] 2			
4116002	CDCL2.2.5H2O	-15.779	[1.000] 160 [2.000] 180 [2.500] 2			

ID #	NAME	Sat. Index	Stoichiometry in [brackets]				
2016000	CD(OH)2 (A)	-11.170	[-2.000]	330	[1.000]	160 [2.000]	2
2016001	CD(OH)2 (C)	-10.627	[-2.000]	330	[1.000]	160 [2.000]	2
4116003	CDOHCL	-11.052	[-1.000]	330	[1.000]	160 [1.000]	2
			[1.000]	180			
6016000	CD3(OH)4SO4	-30.162	[-4.000]	330	[3.000]	160 [4.000]	2
			[1.000]	732			
6016001	CD3OH2(SO4)2	-30.984	[-2.000]	330	[3.000]	160 [2.000]	2
			[2.000]	732			
6016002	CD4(OH)6SO4	-32.979	[-6.000]	330	[4.000]	160 [6.000]	2
			[1.000]	732			
2016002	MONTEPONITE	-12.649	[-2.000]	330	[1.000]	160 [1.000]	2
8216000	CDSIO3	-10.352	[-1.000]	2	[1.000]	160 [1.000]	770
			[-2.000]	330			
6016003	CDSO4	-13.877	[1.000]	160	[1.000]	732	
6016004	CDSO4, 1H2O	-12.159	[1.000]	160	[1.000]	732 [1.000]	2
6016005	CDSO4, 2.7H2O	-11.871	[1.000]	160	[1.000]	732 [2.670]	2
60000	PB METAL	-27.886	[1.000]	600	[2.000]	1	
4160000	COTUNNITE	-12.182	[1.000]	600	[2.000]	180	
4160002	PHOSGENITE	-14.230	[2.000]	600	[2.000]	180 [1.000]	140
5060000	CERRUSITE	-3.726	[1.000]	600	[1.000]	140	
2060000	MASSICOT	-9.580	[-2.000]	330	[1.000]	600 [1.000]	2
2060001	LITHARGE	-9.381	[-2.000]	330	[1.000]	600 [1.000]	2
2060002	PBO, .3H2O	-9.276	[-2.000]	330	[1.000]	600 [1.330]	2
5060001	PB2OCO3	-13.015	[-2.000]	330	[2.000]	600 [1.000]	2
			[1.000]	140			
6060000	LARNAKITE	-9.127	[-2.000]	330	[2.000]	600 [1.000]	732
			[1.000]	2			
6060001	PB3O2SO4	-16.422	[-4.000]	330	[3.000]	600 [1.000]	732
			[2.000]	2			
6060002	PB4O3SO4	-24.737	[-6.000]	330	[4.000]	600 [1.000]	732
			[3.000]	2			
5060002	PB3O2CO3	-21.165	[-4.000]	330	[3.000]	600 [1.000]	140
			[2.000]	2			
8260000	PBSIO3	-7.767	[-1.000]	2	[-2.000]	330 [1.000]	600
			[1.000]	770			
8060000	PB2SIO4	-16.876	[-4.000]	330	[2.000]	600 [1.000]	770
6060003	ANGLESITE	-5.130	[1.000]	600	[1.000]	732	
2060003	PLATTNERITE	-19.843	[-4.000]	330	[-2.000]	1 [1.000]	600
			[2.000]	2			
3060000	PB2O3	-26.302	[-6.000]	330	[-2.000]	1 [2.000]	600
			[3.000]	2			
3060001	MINIUM	-37.538	[-8.000]	330	[-2.000]	1 [3.000]	600
			[4.000]	2			
2060004	PB(OH)2 (C)	-4.752	[-2.000]	330	[1.000]	600 [2.000]	2
4160003	LAURIONITE	-7.309	[-1.000]	330	[1.000]	600 [1.000]	180
			[1.000]	2			
4160004	PB2(OH)3CL	-11.775	[-3.000]	330	[2.000]	600 [3.000]	2
			[1.000]	180			
5060003	HYDCERRUSITE	-12.764	[-2.000]	330	[3.000]	600 [2.000]	140
			[2.000]	2			
2060005	PB2O(OH)2	-18.792	[-4.000]	330	[2.000]	600 [3.000]	2

ID #	NAME	Sat. Index	Stoichiometry in [brackets]			
6060004	PB4(OH)6SO4	-22.955	[-6.000] 330 [4.000] 600 [1.000] 732 [6.000] 2			
5054000	NiCO3	-9.899	[1.000] 540 [1.000] 140			
2054000	Ni(OH)2	-5.970	[-2.000] 330 [1.000] 540 [2.000] 2			
6054000	Ni4(OH)6SO4	-32.365	[-6.000] 330 [4.000] 540 [1.000] 732 [6.000] 2			
2054001	BUNSENITE	-8.832	[-2.000] 330 [1.000] 540 [1.000] 2			
6054001	RETGERSITE	-10.456	[1.000] 540 [1.000] 732 [6.000] 2			
6054002	MORENOSITE	-10.095	[1.000] 540 [1.000] 732 [7.000] 2			
8054000	Ni2SiO4	-10.926	[-4.000] 330 [2.000] 540 [1.000] 770			
8450001	ANALCIME	-2.808	[1.000] 500 [1.000] 30 [2.000] 770 [-1.000] 2 [-4.000] 330			
8603000	HALLOYSITE	2.420	[2.000] 30 [2.000] 770 [1.000] 2 [-6.000] 330			
8603001	KAOLINITE	5.787	[2.000] 30 [2.000] 770 [1.000] 2 [-6.000] 330			
8415000	LEONHARDITE	6.568	[-1.000] 2 [-16.000] 330 [2.000] 150 [8.000] 770 [4.000] 30			
8450002	LOW ALBITE	-2.504	[1.000] 500 [1.000] 30 [3.000] 770 [-4.000] 330 [-4.000] 2			
8450003	ANALBITE	-3.476	[1.000] 500 [1.000] 30 [3.000] 770 [-4.000] 330 [-4.000] 2			
8641000	MUSCOVITE	3.674	[1.000] 410 [3.000] 30 [3.000] 770 [-10.000] 330			
8415001	ANORTHITE	-6.635	[1.000] 150 [2.000] 30 [2.000] 770 [-8.000] 330			
8603002	PYROPHYLLITE	6.008	[2.000] 30 [4.000] 770 [-4.000] 2 [-6.000] 330			
8415002	LAUMONTITE	-3.104	[1.000] 150 [2.000] 30 [4.000] 770 [-3.000] 330			
8415003	WAIKAKITE	-7.797	[1.000] 150 [2.000] 30 [4.000] 770 [-3.000] 330 [-2.000] 2			
5023101	MALACHITE	-6.992	[2.000] 231 [2.000] 2 [1.000] 140 [-2.000] 330			
5023102	AZURITE	-11.530	[3.000] 231 [2.000] 2 [2.000] 140 [-2.000] 330			
2015000	LIME	-25.758	[-2.000] 330 [1.000] 150 [1.000] 2			
2015001	PORTLANDITE	-15.289	[-2.000] 330 [1.000] 150 [2.000] 2			
2046001	PERICLASE	-14.673	[-2.000] 330 [1.000] 460 [1.000] 2			
3046000	SPINEL	-10.488	[-8.000] 330 [1.000] 460 [2.000] 30 [4.000] 2			
3046001	MAG-FERRITE	0.084	[-8.000] 330 [1.000] 460 [2.000] 281 [4.000] 2			
8215002	WOLLASTONITE	-9.305	[-1.000] 2 [-2.000] 330 [1.000] 770 [1.000] 150			
8215003	P-WOLLSTANIT	-10.190	[-1.000] 2 [-2.000] 330 [1.000] 770 [1.000] 150			
8015001	CA-OLIVINE	-26.672	[-4.000] 330 [1.000] 770 [2.000] 150			
8015002	LARNITE	-28.221	[-4.000] 330 [1.000] 770 [2.000] 150			
8015007	CA3SiO5	-55.971	[-6.000] 330 [1.000] 770 [3.000] 150 [1.000] 2			

ID #	NAME	Sat. Index	Stoichiometry in [brackets]					
8015003	MONTICELLITE	-19.606	{ -4.000}	330	{ 1.000}	770	{ 1.000}	150
			{ 1.000}	460				
8015005	AKERMINITE	-33.282	{ -1.000}	2	{ -6.000}	330	{ 2.000}	770
			{ 2.000}	150	{ 1.000}	460		
8015004	MERWINITE	-46.967	{ -8.000}	330	{ 2.000}	770	{ 1.000}	460
			{ 3.000}	150				
8441000	KALSILITE	-7.796	{ -4.000}	330	{ 1.000}	770	{ 1.000}	30
			{ 1.000}	410				
8441001	LEUCITE	-5.173	{ -2.000}	2	{ -4.000}	330	{ 2.000}	770
			{ 1.000}	30	{ 1.000}	410		
8441002	MICROCLINE	-3.092	{ -4.000}	2	{ -4.000}	330	{ 3.000}	770
			{ 1.000}	30	{ 1.000}	410		
8441003	H SANIDINE	-3.582	{ -4.000}	2	{ -4.000}	330	{ 3.000}	770
			{ 1.000}	30	{ 1.000}	410		
8450004	NEPHELINE	-6.593	{ -4.000}	330	{ 1.000}	770	{ 1.000}	30
			{ 1.000}	500				
8015006	GEHLENITE	-27.026	{ -10.000}	330	{ 2.000}	30	{ 1.000}	770
			{ 2.000}	150	{ 3.000}	2		
3028102	LEPIDOCROCIT	3.975	{ -3.000}	330	{ 1.000}	281	{ 2.000}	2
8650000	NA-NONTRONIT	14.782	{ -7.320}	330	{ -2.680}	2	{ 0.330}	30
			{ 2.000}	281	{ 0.330}	500	{ 3.670}	770
8641002	K-NONTRONITE	14.943	{ -7.320}	330	{ -2.680}	2	{ 0.330}	30
			{ 2.000}	281	{ 0.330}	410	{ 3.670}	770
8615000	CA-NONTRONIT	21.759	{ -7.320}	330	{ -2.680}	2	{ 0.330}	30
			{ 2.000}	281	{ 0.167}	150	{ 3.670}	770
8646005	MG-NONTRONIT	21.388	{ -7.320}	330	{ -2.680}	2	{ 0.330}	30
			{ 2.000}	281	{ 0.167}	460	{ 3.670}	770
8646006	Montmorillon	4.422	{ 3.810}	770	{ 0.490}	460	{ -6.760}	330
			{ -3.240}	2	{ 0.220}	281	{ 1.710}	30
4121100	CRCL3	-47.651	{ 1.000}	211	{ 3.000}	180	{ 2.000}	330
			{ -2.000}	2				
3021101	MGCR2O4	-10.046	{ 2.000}	211	{ 1.000}	460	{ -4.000}	330
3021102	CR2O3	-1.597	{ 2.000}	211	{ -2.000}	330	{ -1.000}	2
2021102	CR(OH)3 (A)	-1.610	{ 1.000}	211	{ 1.000}	2	{ -1.000}	330
2021101	CR(OH)3 (C)	-4.219	{ 1.000}	211	{ 1.000}	2	{ -1.000}	330

Taekawnyung, Stream Sample
T-3

Temperature (Celsius): 14.49
 Units of concentration: MG/L
 Ionic strength to be computed.
 If specified, carbonate concentration represents total inorganic carbon.
 Do not automatically terminate if charge imbalance exceeds 30%
 Precipitation is allowed only for those solids specified as ALLOWED
 in the input file (if any).
 The maximum number of iterations is: 200
 The method used to compute activity coefficients is: Davies equation
 Intermediate output file

330	0.000E-01	-6.23	y
1	0.000E-01	-7.33	
770	1.171E+01	-3.73	y
30	2.800E-02	-6.35	y
281	1.000E-02	-6.75	y
460	6.000E-01	-4.59	y
150	3.450E+00	-3.98	y
500	2.700E+00	-3.86	y
410	1.000E-02	-6.59	y
180	2.070E+00	-4.32	y
492	5.690E+00	-3.94	y
732	4.980E+00	-4.32	y
140	1.320E+01	-3.30	y
211	1.000E-04	-8.33	y
471	7.000E-04	-7.62	y
540	4.000E-04	-8.07	y
231	1.200E-03	-7.69	y
950	3.000E-03	-7.32	y
160	6.000E-05	-9.21	y
100	3.800E-03	-7.73	y
600	6.000E-04	-8.54	y
893	6.800E-05	-7.96	y

H2O has been inserted as a COMPONENT

3	2		
330	6.2300	0.0000	
1	7.3265	0.0000	

INPUT DATA BEFORE TYPE MODIFICATIONS

ID	NAME	ACTIVITY GUESS	LOG GUESS	ANAL TOTAL
330	H+1	5.888E-07	-6.230	0.000E-01
1	E-1	4.677E-08	-7.330	0.000E-01
770	H4SiO4	1.862E-04	-3.730	1.171E+01
30	Al+3	4.467E-07	-6.350	2.800E-02
281	Fe+3	1.778E-07	-6.750	1.000E-02
460	Mg+2	2.570E-05	-4.590	6.000E-01
150	Ca+2	1.047E-04	-3.980	3.450E+00
500	Na+1	1.380E-04	-3.860	2.700E+00
410	K+1	2.570E-07	-6.590	1.000E-02

180	Cl-1	4.786E-05	-4.320	2.070E+00
492	NO3-1	1.148E-04	-3.940	5.690E+00
732	SO4-2	4.786E-05	-4.320	4.980E+00
140	CO3-2	5.012E-04	-3.300	1.320E+01
211	Cr(OH)2+	4.677E-09	-8.330	1.000E-04
471	Mn+3	2.399E-08	-7.620	7.000E-04
540	Ni+2	8.511E-09	-8.070	4.000E-04
231	Cu+2	2.042E-08	-7.690	1.200E-03
950	Zn+2	4.786E-08	-7.320	3.000E-03
160	Cd+2	6.166E-10	-9.210	6.000E-05
100	Ba+2	1.862E-08	-7.730	3.800E-03
600	Pb+2	2.884E-09	-8.540	6.000E-04
893	UO2+2	1.096E-08	-7.960	6.900E-05
2	H2O	1.000E+00	0.000	0.000E-01

Charge Balance: UNSPECIATED

Sum of CATIONS = 3.431E-04 Sum of ANIONS = 6.938E-04

PERCENT DIFFERENCE = 3.382E+01 (ANIONS - CATIONS)/(ANIONS + CATIONS)

 IMPROVED ACTIVITY GUESSES PRIOR TO FIRST ITERATION: ;

H4SiO4	Log activity guess:	-3.91
Al+3	Log activity guess:	-8.85
Fe+3	Log activity guess:	-13.55
SO4-2	Log activity guess:	-4.29
CO3-2	Log activity guess:	-8.20
Cr(OH)2+	Log activity guess:	-9.07
Cu+2	Log activity guess:	-7.73

PART 3 of OUTPUT FILE

PC MINTEQA2 v3.10 DATE OF CALCULATIONS: 20-OCT-95 TIME: 13:25:30

PARAMETERS OF THE COMPONENT MOST OUT OF BALANCE:

ITER	NAME	TOTAL MOL	DIFF FXN	LOG ACTVTY	RESIDUAL
0	Ba+2	2.767E-08	-9.049E-09	-7.73000	9.046E-09
1	Cd+2	5.238E-10	-5.970E-14	-9.28559	6.316E-15
2	Ba+2	2.767E-08	2.946E-09	-7.55799	2.943E-09
3	Ba+2	2.767E-08	3.993E-12	-7.60194	1.225E-12

ID	NAME	ANAL MOL	CALC MOL	LOG ACTVTY	GAMMA	DIFF FXN
600	Pb+2	2.896E-09	2.399E-09	-8.66401	0.903635	-7.835E-15
893	UO2+2	2.518E-10	3.182E-12	-11.54131	0.903635	-5.886E-17
770	H4SiO4	1.218E-04	1.218E-04	-3.91422	1.000117	9.138E-13
30	Al+3	1.038E-06	1.760E-09	-8.85349	0.796131	-3.184E-13
281	Fe+3	1.791E-07	3.484E-14	-13.55691	0.796131	-1.410E-13
460	Mg+2	2.468E-05	2.449E-05	-4.65503	0.903635	-7.841E-11
150	Ca+2	8.608E-05	8.536E-05	-4.11275	0.903635	-2.733E-10
500	Na+1	1.174E-04	1.174E-04	-3.94127	0.974986	-9.400E-11
410	K+1	2.558E-07	2.557E-07	-6.60330	0.974986	-2.047E-13
180	Cl-1	5.839E-05	5.839E-05	-4.24467	0.974986	-4.674E-11
492	NO3-1	9.177E-05	9.177E-05	-4.04830	0.974986	-7.345E-11
732	SO4-2	5.184E-05	5.099E-05	-4.33653	0.903635	-1.632E-10
140	CO3-2	2.200E-04	6.832E-09	-8.20948	0.903635	-8.067E-11
211	Cr(OH)2+	1.163E-09	8.312E-10	-9.09129	0.974986	-1.406E-15
471	Mn+3	1.274E-08	1.274E-08	-7.99377	0.796131	-9.179E-14
540	Ni+2	6.813E-09	6.434E-09	-8.23550	0.903535	-2.065E-14
231	Cu+2	1.888E-08	1.654E-08	-7.82548	0.903635	-5.358E-14
950	Zn+2	4.589E-08	4.502E-08	-7.39060	0.903635	-1.444E-13
160	Cd+2	5.338E-10	5.202E-10	-9.32788	0.903635	-1.670E-15
100	Ba+2	2.767E-08	2.767E-08	-7.60200	0.903635	-8.359E-14
2	H2O	0.000E-01	-3.132E-06	-0.00001	1.000000	0.000E-01
1	E-1	0.000E-01	0.000E-01	-7.32650	0.974986	0.000E-01
330	H+1	0.000E-01	6.040E-07	-6.23000	0.974986	0.000E-01

Type I - COMPONENTS AS SPECIES IN SOLUTION

ID	NAME	CALC MOL	ACTIVITY	LOG ACTVTY	GAMMA	NEW LOGK
330	H+1	6.040E-07	5.888E-07	-6.23000	0.97499	0.011
893	UO2+2	3.182E-12	2.875E-12	-11.54131	0.90364	0.044
770	H4SiO4	1.218E-04	1.218E-04	-3.91422	1.00012	0.000
30	Al+3	1.760E-09	1.401E-09	-8.85349	0.79613	0.099
281	Fe+3	3.484E-14	2.774E-14	-13.55691	0.79613	0.099
460	Mg+2	2.449E-05	2.213E-05	-4.65503	0.90364	0.044
150	Ca+2	8.536E-05	7.714E-05	-4.11275	0.90364	0.044
500	Na+1	1.174E-04	1.145E-04	-3.94127	0.97499	0.011
410	K+1	2.557E-07	2.493E-07	-6.60330	0.97499	0.011
180	Cl-1	5.839E-05	5.693E-05	-4.24467	0.97499	0.011
492	NO3-1	9.177E-05	8.948E-05	-4.04830	0.97499	0.011
732	SO4-2	5.099E-05	4.608E-05	-4.33653	0.90364	0.044
140	CO3-2	6.832E-09	6.173E-09	-8.20948	0.90364	0.044
211	Cr(OH)2+	8.312E-10	8.104E-10	-9.09129	0.97499	0.011
471	Mn+3	1.274E-08	1.014E-08	-7.99377	0.79613	0.099
540	Ni+2	6.434E-09	5.814E-09	-8.23550	0.90364	0.044
231	Cu+2	1.654E-08	1.495E-08	-7.82548	0.90364	0.044
950	Zn+2	4.502E-08	4.068E-08	-7.39060	0.90364	0.044

100	Cd+2	5.202E-10	4.700E-10	-9.32788	0.90364	0.044
100	Ba+2	2.767E-08	2.500E-08	-7.60200	0.90364	0.044
600	Pb+2	2.399E-09	2.168E-09	-8.66401	0.90364	0.044

Type II - OTHER SPECIES IN SOLUTION OR ADSORBED

ID	NAME	CALC MOL.	ACTIVITY	LOG ACTVTY	GAMMA	NEW LOGK
2117323	Cr2OH2SO4)S	1.630E-25	1.630E-25	-24.78782	1.00012	14.528
2117323	Cr2OH2SO4+2	1.659E-19	1.499E-19	-18.82409	0.90364	16.199
2117324	Cr2OH2SO42	4.103E-22	4.104E-22	-21.38682	1.00012	17.929
3300020	OH-	7.628E-09	7.437E-09	-8.12858	0.97499	-14.348
3307700	H3SiO4 -	1.413E-08	1.378E-08	-7.36081	0.97499	-10.165
3307701	H2SiO4 -2	1.395E-14	1.260E-14	-13.89948	0.90364	-22.401
4603300	MgOH +	2.437E-11	2.376E-11	-10.62417	0.97499	-12.188
4601400	MgCO3 Aq	1.108E-10	1.108E-10	-9.95549	1.00012	2.909
4601401	MgHCO3 +	2.470E-08	2.409E-08	-7.61823	0.97499	11.487
4607320	MgSO4 Aq	1.662E-07	1.662E-07	-6.77936	1.00012	2.212
1503300	CaOH +	1.373E-11	1.338E-11	-10.87348	0.97499	-12.980
1501400	CaHCO3 +	5.882E-08	5.735E-08	-7.24147	0.97499	11.322
1501401	CaCO3 Aq	5.540E-10	5.541E-10	-9.25640	1.00012	3.066
1507320	CaSO4 Aq	6.606E-07	6.607E-07	-6.17999	1.00012	2.269
5001400	NaCO3 -	7.718E-12	7.525E-12	-11.12352	0.97499	1.038
5001401	NaHCO3 Aq	5.003E-09	5.003E-09	-8.30075	1.00012	10.080
5007320	NaSO4 -	2.529E-08	2.466E-08	-7.60806	0.97499	0.681
4107320	KSO4 -	6.834E-11	6.664E-11	-10.17630	0.97499	0.775
303300	AlOH +2	1.285E-08	1.161E-08	-7.93500	0.90364	-5.267
303301	Al(OH)2 +	3.292E-07	3.210E-07	-6.49350	0.97499	-10.089
303302	Al(OH)4 -	7.709E-09	7.517E-09	-8.12398	0.97499	-24.179
307320	AlSO4 +	6.066E-11	5.914E-11	-10.22811	0.97499	2.973
307321	Al(SO4)2 -	2.127E-13	2.074E-13	-12.68329	0.97499	4.854
303303	Al(OH)3 Aq	6.862E-07	6.863E-07	-6.16351	1.00012	-16.000
2813300	FeOH +2	1.762E-10	1.593E-10	-9.79789	0.90364	-2.427
2817320	FeSO4 +	8.549E-15	8.335E-15	-14.07909	0.97499	3.825
2811800	FeCl +2	3.725E-17	3.366E-17	-16.47288	0.90364	1.373
2811801	FeCl2 +	1.244E-20	1.213E-20	-19.91624	0.97499	2.141
2811802	FeCl3 Aq	6.903E-26	6.904E-26	-25.16091	1.00012	1.130
2813301	FeOH2 +	1.754E-07	1.710E-07	-6.76692	0.97499	-5.659
2813302	FeOH3 Aq	3.412E-09	3.413E-09	-8.46693	1.00012	-13.600
2813303	FeOH4 -	5.944E-11	5.795E-11	-10.23693	0.97499	-21.589
2817321	Fe(SO4)2 -	1.193E-17	1.163E-17	-16.93426	0.97499	5.307
2813304	Fe2(OH)2+4	1.612E-18	1.075E-18	-17.96859	0.66676	-3.139
2813305	Fe3(OH)4+5	6.885E-23	3.655E-23	-22.43713	0.53083	-6.411
1003300	BaOH +	7.467E-16	7.280E-16	-15.13726	0.97499	-13.755
2311400	CuCO3 Aq	4.954E-10	4.955E-10	-9.30497	1.00012	6.730
2311401	Cu(CO3)2-2	4.261E-15	3.851E-15	-14.41445	0.90364	9.874
2311800	CuCl +	1.371E-12	1.337E-12	-11.87386	0.97499	0.207
2311801	CuCl2 Aq	3.629E-17	3.630E-17	-16.44014	1.00012	-0.125
2311802	CuCl3 -	6.189E-24	6.034E-24	-23.21937	0.97499	-2.649
2311803	CuCl4 -2	2.752E-30	2.487E-30	-29.60435	0.90364	-4.756
2313300	CuOH +	2.603E-10	2.538E-10	-9.59549	0.97499	-7.989
2313301	Cu(OH)2 Aq	9.004E-10	9.005E-10	-9.04549	1.00012	-13.680
2313302	Cu(OH)3 -	9.473E-17	9.236E-17	-16.03450	0.97499	-26.888
2313303	Cu(OH)4 -2	3.455E-23	3.122E-23	-22.50550	0.90364	-39.556
2313304	Cu2(OH)2+2	1.049E-14	9.476E-15	-14.02337	0.90364	-10.788
2317320	CuSO4 Aq	1.303E-10	1.303E-10	-9.88498	1.00012	2.277
2311402	CuHCO3 +	5.572E-10	5.433E-10	-9.26497	0.97499	13.011
9501800	ZnCl +	3.938E-12	3.839E-12	-11.41574	0.97499	0.231
9501801	ZnCl2 Aq	2.190E-16	2.190E-16	-15.65959	1.00012	0.220
9501802	ZnCl3 -	1.343E-20	1.309E-20	-19.88290	0.97499	0.253
9501803	ZnCl4 -2	3.781E-25	3.417E-25	-24.46639	0.90364	-0.053
9503300	ZnOH +	3.376E-11	3.291E-11	-10.48264	0.97499	-9.311
9503301	Zn(OH)2 Aq	1.480E-12	1.480E-12	-11.82961	1.00012	-16.399
9503302	Zn(OH)3 -	8.154E-18	7.950E-18	-17.09952	0.97499	-28.338
9503303	Zn(OH)4 -2	2.368E-24	2.140E-24	-23.66962	0.90364	-41.155

9501804	ZnOHCl AQ	1.302E-13	1.302E-13	-12.88527	1.00012	-7.480
9507320	ZnSO4 AQ	4.037E-10	4.038E-10	-9.39388	1.00012	2.333
9507321	Zn(SO4)2-2	1.821E-13	1.646E-13	-12.78366	0.90364	3.324
9501400	ZnHCO3 +	3.810E-10	3.715E-10	-9.43008	0.97499	12.411
9501401	ZnCO3 AQ	5.010E-11	5.011E-11	-10.30008	1.00012	5.300
9501402	Zn(CO3)2-2	7.319E-15	6.614E-15	-14.17957	0.90364	9.674
1601800	CdCl +	2.526E-12	2.463E-12	-11.60848	0.97499	1.975
1601801	CdCl2 AQ	5.614E-16	5.614E-16	-15.25071	1.00012	2.566
1601802	CdCl3 -	1.749E-20	1.705E-20	-19.76825	0.97499	2.305
1601400	Cd(CO3)3-4	2.752E-28	1.835E-28	-27.72633	0.66676	6.396
1603300	CdOH +	3.014E-14	2.939E-14	-13.53183	0.97499	-10.423
1603301	Cd(OH)2 AQ	6.054E-18	6.055E-18	-17.21789	1.00012	-20.350
1603302	Cd(OH)3 -	1.183E-24	1.154E-24	-23.93789	0.97499	-33.289
1603303	Cd(OH)4 -2	1.932E-32	1.746E-32	-31.75790	0.90364	-47.306
1603304	Cd2OH +3	9.745E-23	7.758E-23	-22.11024	0.79613	-9.585
1601803	CdOHCl AQ	1.367E-15	1.367E-15	-14.86422	1.00012	-7.522
1604920	CdNO3 +	1.494E-13	1.457E-13	-12.83667	0.97499	0.551
1607320	CdSO4 AQ	5.839E-12	5.840E-12	-11.23359	1.00012	2.431
1601400	CdHCO3 +	4.402E-12	4.292E-12	-11.36736	0.97499	12.411
1601401	CdCO3 AQ	7.271E-13	7.272E-13	-12.13336	1.00012	5.399
1607321	Cd(SO4)2-2	3.492E-15	3.155E-15	-14.50094	0.90364	3.544
6001800	PbCl +	3.837E-12	3.741E-12	-11.42702	0.97499	1.493
6001801	PbCl2 AQ	4.144E-16	4.145E-16	-15.38253	1.00012	1.771
6001802	PbCl3 -	1.792E-20	1.747E-20	-19.75764	0.97499	1.651
6001803	PbCl4 -2	4.852E-25	4.385E-25	-24.35805	0.90364	1.329
6001400	Pb(CO3)2-2	3.990E-15	3.606E-15	-14.44298	0.90364	10.684
6003300	PbOH +	7.362E-11	7.178E-11	-10.14402	0.97499	-7.699
6003301	Pb(OH)2 AQ	4.742E-14	4.742E-14	-13.32403	1.00012	-17.120
6003302	Pb(OH)3 -	9.484E-19	9.246E-19	-18.03403	0.97499	-28.049
6003303	Pb2OH +3	4.375E-18	3.483E-18	-17.45803	0.79613	-6.261
6004920	PbNO3 +	2.942E-12	2.869E-12	-11.54231	0.97499	1.181
6007320	PbSO4 AQ	5.616E-11	5.616E-11	-10.25054	1.00012	2.750
6003304	Pb3(OH)4+2	2.376E-26	2.147E-26	-25.66807	0.90364	-24.552
6001401	PbCO3 AQ	2.325E-10	2.325E-10	-9.63350	1.00012	7.240
6003305	Pb(OH)4 -2	3.990E-24	3.605E-24	-23.44304	0.90364	-39.655
6007321	Pb(SO4)2-2	1.503E-14	1.358E-14	-13.86708	0.90364	3.514
6001402	PbHCO3 +	1.281E-10	1.249E-10	-9.90350	0.97499	13.211
5401800	NiCl +	8.508E-13	8.295E-13	-12.08117	0.97499	0.410
5403300	NiOH +	6.455E-13	6.294E-13	-12.20108	0.97499	-10.185
5403301	Ni(OH)2 AQ	1.677E-15	1.677E-15	-14.77551	1.00012	-19.000
5403302	Ni(OH)3 -	2.921E-20	2.848E-20	-19.54552	0.97499	-29.989
5407320	NiSO4 AQ	4.752E-11	4.752E-11	-10.32310	1.00012	2.249
5401801	NiCl2 AQ	1.718E-16	1.719E-16	-15.76483	1.00012	0.960
5401400	NiHCO3 +	6.398E-11	6.238E-11	-10.20498	0.97499	12.481
5401401	NiCO3 AQ	2.661E-10	2.661E-10	-9.57498	1.00012	6.870
5401402	Ni(CO3)2-2	3.159E-15	2.855E-15	-14.54447	0.90364	10.154
5407321	Ni(SO4)2-2	1.430E-16	1.293E-16	-15.88856	0.90364	1.064
3301400	HCO3 -	1.018E-04	9.925E-05	-4.00327	0.97499	10.447
3301401	H2CO3 AQ	1.181E-04	1.181E-04	-3.92777	1.00012	16.742
3307320	HSO4 -	2.023E-09	1.972E-09	-8.70499	0.97499	1.873
8933300	UO2OH +1	2.156E-11	2.102E-11	-10.67734	0.97499	-5.355
8933301	UO2)2OH2+2	3.162E-17	2.857E-17	-16.54404	0.90364	-5.877
8933302	UO2)3OH5+1	1.847E-20	1.801E-20	-19.74446	0.97499	-16.260
8931400	UO2CO3 AQ	2.150E-10	2.150E-10	-9.66759	1.00012	10.083
8931401	UO2CO3)2-2	9.645E-12	8.716E-12	-11.05970	0.90364	16.945
8931402	UO2CO3)3-4	4.241E-15	2.828E-15	-14.54853	0.66676	21.797
8931800	UO2Cl +1	2.581E-16	2.516E-16	-15.59929	0.97499	0.198
8937320	UO2SO4 AQ	5.290E-14	5.291E-14	-13.27648	1.00012	2.601
8937321	UO2SO4)2-2	7.693E-17	6.952E-17	-16.15790	0.90364	4.100
8937700	UO2H3SiO4	2.429E-12	2.369E-12	-11.62553	0.97499	-2.389
2113300	Cr+3	5.151E-12	4.101E-12	-11.38711	0.79613	10.263
2113301	Cr(OH)+2	2.202E-10	1.989E-10	-9.70128	0.90364	5.664
2113302	Cr(OH)2 AQ	1.020E-10	1.020E-10	-9.99129	1.00012	-7.130
2113303	Cr(OH)4-	1.697E-15	1.655E-15	-14.78136	0.97499	-18.139
2113304	CrO2-	4.306E-15	4.199E-15	-14.37689	0.97499	-17.735
2111800	CrCl+2	9.784E-17	8.841E-17	-16.05350	0.90364	9.786

2111801	CrCl2 +	7.615E-22	7.425E-22	-21.12933	0.97499	8.922
2111802	CrOHCl2 AQ	1.419E-21	1.419E-21	-20.84791	1.00012	2.963
2114920	CrNO3 +2	1.192E-17	1.077E-17	-16.96759	0.90364	8.676
2117320	CrSO4 +	2.689E-15	2.622E-15	-14.58142	0.97499	11.317
2117321	CrOHSO4 AQ	4.145E-12	4.146E-12	-11.38241	1.00012	8.275

Type III - SPECIES WITH FIXED ACTIVITY

ID	NAME	CALC MOL	LOG MOL	NEW LOGK	DH
2	H2O	-3.132E-06	-5.504	0.000	0.000
1	E-1	0.000E-01	0.000	7.327	0.000
330	H+1	-3.255E-04	-3.474	6.230	0.000

Type VI - EXCLUDED SPECIES (not included in mole balance)

ID	NAME	CALC MOL	LOG MOL	NEW LOGK	DH
3301404	CH4 (g)	0.000E-01	-87.373	41.743	-61.000
3301403	CO2 (g)	3.198E-03	-2.495	18.174	-0.530
3300021	O2 (g)	3.090E-33	-32.510	-86.736	133.830

PERCENTAGE DISTRIBUTION OF COMPONENTS AMONG
TYPE I and TYPE II (dissolved and adsorbed) species

Pb+2	82.8	PERCENT BOUND IN SPECIES # 600	Pb+2
	2.5	PERCENT BOUND IN SPECIES #6003300	PbOH +
	1.9	PERCENT BOUND IN SPECIES #6007320	PbSO4 AQ
	8.0	PERCENT BOUND IN SPECIES #6001401	PbCO3 AQ
	4.4	PERCENT BOUND IN SPECIES #6001402	PbHCO3 +
UO2+2	1.3	PERCENT BOUND IN SPECIES # 893	UO2+2
	8.6	PERCENT BOUND IN SPECIES #8933300	UO2OH +1
	85.4	PERCENT BOUND IN SPECIES #8931400	UO2CO3 AQ
	3.8	PERCENT BOUND IN SPECIES #8931401	UO2CO3)2-2
H4SiO4	100.0	PERCENT BOUND IN SPECIES # 770	H4SiO4
Al+3	1.2	PERCENT BOUND IN SPECIES # 303300	AlOH +2
	31.7	PERCENT BOUND IN SPECIES # 303301	Al(OH)2 +
	66.1	PERCENT BOUND IN SPECIES # 303303	Al(OH)3 AQ
Fe+3	98.0	PERCENT BOUND IN SPECIES #2813301	FeOH2 +
	1.9	PERCENT BOUND IN SPECIES #2813302	FeOH3 AQ
Mg+2	99.2	PERCENT BOUND IN SPECIES # 460	Mg+2
Ca+2	99.2	PERCENT BOUND IN SPECIES # 150	Ca+2
Na+1	100.0	PERCENT BOUND IN SPECIES # 500	Na+1
K+1	100.0	PERCENT BOUND IN SPECIES # 410	K+1
Cl-1	100.0	PERCENT BOUND IN SPECIES # 180	Cl-1
NO3-1	100.0	PERCENT BOUND IN SPECIES # 492	NO3-1
SO4-2	98.4	PERCENT BOUND IN SPECIES # 732	SO4-2
	1.3	PERCENT BOUND IN SPECIES #1507320	CaSO4 AQ
CO3-2	46.3	PERCENT BOUND IN SPECIES #3301400	HCO3 -
	53.7	PERCENT BOUND IN SPECIES #3301401	H2CO3 AQ
Cr(OH)2+	71.5	PERCENT BOUND IN SPECIES # 211	Cr(OH)2+
	18.9	PERCENT BOUND IN SPECIES #2113301	Cr(OH)+2
	8.8	PERCENT BOUND IN SPECIES #2113302	Cr(OH)3 AQ
Mn+3	100.0	PERCENT BOUND IN SPECIES # 471	Mn+3
Ni+2	94.4	PERCENT BOUND IN SPECIES # 540	Ni+2
	3.9	PERCENT BOUND IN SPECIES #5401401	NiCO3 AQ
Cu+2	87.6	PERCENT BOUND IN SPECIES # 231	Cu+2
	2.6	PERCENT BOUND IN SPECIES #2311400	CuCO3 AQ
	1.4	PERCENT BOUND IN SPECIES #2313300	CuOH +
	4.3	PERCENT BOUND IN SPECIES #2313301	Cu(OH)2 AQ
	3.0	PERCENT BOUND IN SPECIES #2311402	CuHCO3 +

Zn+2	98.1	PERCENT BOUND IN SPECIES #	950	Zn+2
Cd+2	97.4	PERCENT BOUND IN SPECIES #	160	Cd+2
	1.1	PERCENT BOUND IN SPECIES #	1607320	CdSO4 AQ
Ba+2	100.0	PERCENT BOUND IN SPECIES #	100	Ba+2
H2O	21.0	PERCENT BOUND IN SPECIES #	303301	Al(OH)2 +
	65.7	PERCENT BOUND IN SPECIES #	303303	Al(OH)3 AQ
	11.2	PERCENT BOUND IN SPECIES #	2813301	FeOH2 +
E-1				
H+1	30.3	PERCENT BOUND IN SPECIES #	3301400	HCO3 -
	70.4	PERCENT BOUND IN SPECIES #	3301401	H2CO3 AQ

PART 5 of OUTPUT FILE

PC MINTEQA2 v3.10 DATE OF CALCULATIONS: 20-OCT-95 TIME: 13:25:30

 ----- EQUILIBRATED MASS DISTRIBUTION -----

IDX	NAME	DISSOLVED		SORBED		PRECIPITATED	
		MOL/KG	PERCENT	MOL/KG	PERCENT	MOL/KG	PERCENT
600	Pb+2	2.896E-09	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
893	UO2+2	2.518E-10	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
770	H4SiO4	1.218E-04	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
30	Al+3	1.038E-06	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
281	Fe+3	1.791E-07	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
460	Mg+2	2.468E-05	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
150	Ca+2	8.608E-05	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
500	Na+1	1.174E-04	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
410	K+1	2.558E-07	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
180	Cl-1	5.839E-05	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
492	NO3-1	9.177E-05	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
732	SO4-2	5.184E-05	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
140	CO3-2	2.200E-04	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
211	Cr(OH)2+	1.163E-09	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
471	Mn+3	1.274E-08	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
540	Ni+2	6.813E-09	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
231	Cu+2	1.888E-08	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
950	Zn+2	4.589E-08	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
160	Cd+2	5.338E-10	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
100	Ba+2	2.767E-08	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
2	H2O	3.132E-06	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
1	E-i	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
330	H+1	3.355E-04	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0

Charge Balance: SPECIATED

Sum of CATIONS = 3.388E-04 Sum of ANIONS 3.540E-04

PERCENT DIFFERENCE = 2.189E+00 (ANIONS - CATIONS)/(ANIONS + CATIONS)

EQUILIBRIUM IONIC STRENGTH (m) = 5.074E-04

EQUILIBRIUM pH = 6.230

EQUILIBRIUM pe = 7.327 or Eh = 418.00 mv

DATE ID NUMBER: 951020

TIME ID NUMBER: 13253080

PART 6 of OUTPUT FILE

PC MINTEQA2 v3.10 DATE OF CALCULATIONS: 20-OCT-95 TIME: 13:25:30

Saturation indices and stoichiometry of all minerals

ID #	NAME	Sat. Index	Stoichiometry in [brackets]			
2089300	UO3 (C)	-7.322	[-2.000]	330	[1.000]	893 [1.000] 2
2089301	GUMMITE	-10.106	[-2.000]	330	[1.000]	893 [1.000] 2
2089302	B-UO2(OH)2	-4.996	[-2.000]	330	[1.000]	893 [2.000] 2
2089303	SCHOEPITE	-4.811	[-2.000]	330	[1.000]	893 [3.000] 2
5089300	RUTHERFORDIN	-5.305	[1.000]	893	[1.000]	140
8015000	URANOPHANE	-15.134	[-6.000]	330	[2.000]	893 [1.000] 150
			[2.000]	770		
5189300	UO2NO3)2	-32.551	[1.000]	893	[2.000]	492
5189301	UO2NO3.2H2O	-24.653	[1.000]	893	[2.000]	492 [2.000] 2
5189302	UO2NO3.3H2O	-23.345	[1.000]	893	[2.000]	492 [3.000] 2
5189303	UO2NO3.6H2O	-21.809	[1.000]	893	[2.000]	492 [6.000] 2
2003000	ALOH3(A)	-1.274	[1.000]	30	[3.000]	2 [-3.000] 330
6003000	ALOH5O4	-3.730	[-1.000]	330	[1.000]	30 [1.000] 732
			[1.000]	2		
6003001	AL4(OH)10SO4	-0.151	[-10.000]	330	[4.000]	30 [1.000] 732
			[10.000]	2		
6041000	ALUM K	-18.765	[1.000]	410	[1.000]	30 [2.000] 732
			[12.000]	2		
6041001	ALUNITE	-3.005	[1.000]	410	[3.000]	30 [2.000] 732
			[6.000]	2	[-6.000]	330
6015000	ANHYDRITE	-3.914	[1.000]	150	[1.000]	732
5015000	ARAGONITE	-4.077	[1.000]	150	[1.000]	140
5046000	ARTINITE	-15.436	[-2.000]	330	[2.000]	460 [1.000] 140
			[5.000]	2		
6010000	BARITE	-1.793	[1.000]	100	[1.000]	732
2003001	BOEHMITE	0.498	[-3.000]	330	[1.000]	30 [2.000] 2
2046000	BRUCITE	-9.685	[1.000]	460	[2.000]	2 [-2.000] 330
5015001	CALCITE	-3.901	[1.000]	150	[1.000]	140
2077000	CHALCEDONY	-0.267	[-2.000]	2	[1.000]	770
8646000	CHRYSOTILE	-18.020	[-6.000]	330	[3.000]	460 [2.000] 770
			[1.000]	2		
8246000	CLINOENSTITUTE	-7.988	[-1.000]	2	[1.000]	460 [1.000] 770
			[-2.000]	330		
2077001	CRISTOBALITE	-0.179	[-2.000]	2	[1.000]	770
2003002	DIASPORE	2.298	[-3.000]	330	[1.000]	30 [2.000] 2
8215000	DIOPSIDE	-12.434	[-2.000]	2	[1.000]	150 [1.000] 460
			[2.000]	770	[-4.000]	330
5015002	DOLOMITE	-8.411	[1.000]	150	[1.000]	460 [2.000] 140
6046000	EPSOMITE	-6.775	[1.000]	460	[1.000]	732 [7.000] 2
8646003	SEPIOLITE(C)	-12.782	[-0.500]	2	[2.000]	460 [3.000] 770
			[-4.000]	330		
2028100	FERRIHYDRITE	0.242	[-3.000]	330	[1.000]	281 [3.000] 2
4128100	FE(OH)2.7CL.3	5.031	[-2.700]	330	[1.000]	281 [2.700] 2
			[0.300]	180		

ID #	NAME	Sat. Index	Stoichiometry in [brackets]			
6028100	FE2(SO4)3	-45.301	[2.000]	231	[3.000]	732
8046000	FORSTERITE	-17.913	[-4.000]	330	[2.000]	460 [1.000] 770
2003003	GIBBSITE (C)	0.450	[-3.000]	330	[1.000]	30 [3.000] 2
3003000	Al2O3	-3.307	[2.000]	30	[3.000]	2 [-6.000] 330
2028102	GOETHITE	4.242	[-3.000]	330	[1.000]	281 [2.000] 2
6015001	GYPNUM	-3.594	[1.000]	150	[1.000]	732 [2.000] 2
4150000	HALITE	-9.743	[1.000]	500	[1.000]	180
3028100	HEMATITE	13.441	[-6.000]	330	[2.000]	281 [3.000] 2
5015003	HUNTITE	-21.644	[3.000]	460	[1.000]	150 [4.000] 140
5046001	HYDRMAGNESIT	-36.298	[5.000]	460	[4.000]	140 [-2.000] 330
			[6.000]	2		
6050000	JAROSITE NA	-5.683	[-6.000]	330	[1.000]	500 [3.000] 231
			[2.000]	732	[6.000]	2
6041002	JAROSITE K	-4.612	[-6.000]	330	[1.000]	410 [3.000] 281
			[2.000]	732	[6.000]	2
6028101	JAROSITE H	-7.584	[-5.000]	330	[3.000]	281 [2.000] 732
			[7.000]	2		
8450000	MAGADIITE	-10.811	[-1.000]	330	[-9.000]	2 [1.000] 500
			[7.000]	770		
3028101	MAGHEMITE	3.880	[-6.000]	330	[2.000]	281 [3.000] 2
5046002	MAGNESITE	-5.002	[1.000]	460	[1.000]	140
6050001	MIRABILITE	-10.592	[2.000]	500	[1.000]	732 [10.000] 2
3050000	NATRON	-14.356	[2.000]	500	[1.000]	140 [10.000] 2
5046003	NESQUEHONITE	-7.400	[1.000]	460	[1.000]	140 [3.000] 2
8646001	PHLOGOPITE	-47.498	[-10.000]	330	[1.000]	410 [3.000] 460
			[1.000]	30	[3.000]	770
2077002	QUARTZ	0.260	[-2.000]	2	[1.000]	770
8646004	SEPIOLITE(A)	-14.913	[-0.500]	2	[2.000]	460 [3.000] 770
			[-4.000]	330		
2077003	SIO2(A,GL)	-0.776	[-2.000]	2	[1.000]	770
2077004	SIO2(A,PT)	-1.099	[-2.000]	2	[1.000]	770
8646002	TALC	-16.243	[-4.000]	2	[3.000]	460 [4.000] 770
			[-6.000]	330		
6050002	THENARDITE	-12.056	[2.000]	500	[1.000]	732
5050001	THERMONATR	-16.293	[2.000]	500	[1.000]	140 [1.000] 2
8215001	TREMOLITE	-34.751	[-8.000]	2	[2.000]	150 [5.000] 460
			[8.000]	770	[-14.000]	330
5010000	WITHERITE	-7.217	[1.000]	100	[1.000]	140
2047000	PYROLUSITE	7.603	[-4.000]	330	[-1.000]	1 [1.000] 471
			[2.000]	2		
2047001	BIRNESSITE	6.162	[-4.000]	330	[-1.000]	1 [1.000] 471
			[2.000]	2		
2047002	NSUTITE	6.749	[-4.000]	330	[-1.000]	1 [1.000] 471
			[2.000]	2		
3047100	BIXBYITE	21.592	[-6.000]	330	[2.000]	471 [3.000] 2
2047100	MANGANITE	10.934	[-3.000]	330	[1.000]	471 [2.000] 2
6047100	MN2(SO4)3	-24.342	[2.000]	471	[3.000]	732
4123100	MELANOTHALLI	-20.378	[1.000]	231	[2.000]	180
5023100	CUCO3	-6.405	[1.000]	231	[1.000]	140
2023100	CU(OH)2	-4.418	[-2.000]	330	[1.000]	231 [2.000] 2
4123101	ATACAMITE	-9.051	[-3.000]	330	[2.000]	231 [3.000] 2
			[1.000]	180		

ID #	NAME	Sat. Index	Stoichiometry in [brackets]			
5123100	CU2(OH)3NO3	-10.718	{ -3.000} 330	{ 2.000} 231	{ 3.000}	2
			{ -1.000} 492			
6023100	ANTLERITE	-11.183	{ -4.000} 330	{ 3.000} 231	{ 4.000}	2
			{ 1.000} 732			
6023101	BROCHANTITE	-13.598	{ -6.000} 330	{ 4.000} 231	{ 6.000}	2
			{ 1.000} 732			
6023102	LANGITE	-16.119	{ -6.000} 330	{ 4.000} 231	{ 7.000}	2
			{ 1.000} 732			
2023101	TENORITE	-3.397	{ -2.000} 330	{ 1.000} 231	{ 1.000}	2
6023103	CUOCUSO4	-20.019	{ -2.000} 330	{ 2.000} 231	{ 1.000}	2
			{ 1.000} 732			
6023104	CUSO4	-15.662	{ 1.000} 231	{ 1.000} 732		
6023105	CHALCANTHITE	-9.483	{ 1.000} 231	{ 1.000} 732	{ 5.000}	2
2023102	DIOPHASE	-6.022	{ -2.000} 330	{ 1.000} 231	{ 1.000}	770
3023100	CUPRICFERIT	7.975	{ -8.000} 330	{ 1.000} 231	{ 2.000}	281
			{ 4.000} 2			
95000	ZN METAL	-48.794	{ 1.000} 950	{ 2.000}	1	
4195000	ZNCL2	-23.382	{ 1.000} 950	{ 2.000}	180	
5095000	SMITHSONITE	-5.718	{ 1.000} 950	{ 1.000}	140	
5095001	ZNCO3, 1H2O	-5.340	{ 1.000} 950	{ 1.000}	140	{ 1.000} 2
2095000	ZN(OH)2 (A)	-7.381	{ -2.000} 330	{ 1.000} 950	{ 2.000}	2
2095001	ZN(OH)2 (C)	-7.131	{ -2.000} 330	{ 1.000} 950	{ 2.000}	2
2095002	ZN(OH)2 (B)	-6.681	{ -2.000} 330	{ 1.000} 950	{ 2.000}	2
2095003	ZN(OH)2 (G)	-6.641	{ -2.000} 330	{ 1.000} 950	{ 2.000}	2
2095004	ZN(OH)2 (E)	-6.431	{ -2.000} 330	{ 1.000} 950	{ 2.000}	2
4195001	ZN2(OH)3CL	-15.536	{ -3.000} 330	{ 2.000} 950	{ 3.000}	2
			{ 1.000} 180			
4195002	ZN5(OH)8CL2	-34.102	{ -8.000} 330	{ 5.000} 950	{ 8.000}	2
			{ 2.000} 180			
6095000	ZN2(OH)2SO4	-14.158	{ -2.000} 330	{ 2.000} 950	{ 2.000}	2
			{ 1.000} 732			
6095001	ZN4(OH)6SO4	-24.919	{ -6.000} 330	{ 4.000} 950	{ 6.000}	2
			{ 1.000} 732			
5195000	ZNNO3)2,6H2O	-18.778	{ 1.000} 950	{ 2.000} 492	{ 6.000}	2
2095005	ZNO(ACTIVE)	-6.241	{ -2.000} 330	{ 1.000} 950	{ 1.000}	2
2095006	ZINCITE	-6.661	{ -2.000} 330	{ 1.000} 950	{ 1.000}	2
6095002	ZN3O(SO4)2	-39.080	{ -2.000} 330	{ 3.000} 950	{ 2.000}	732
			{ 1.000} 2			
8295000	ZNSIO3	-2.268	{ -2.000} 330	{ -1.000} 2	{ 1.000} 950	
			{ 1.000} 770			
8095000	WILLEMITE	-10.007	{ -4.000} 330	{ 2.000} 950	{ 1.000}	770
6095003	ZINCOSITE	-15.256	{ 1.000} 950	{ 1.000} 732		
6095004	ZNSO4, 1H2O	-11.445	{ 1.000} 950	{ 1.000} 732	{ 1.000}	2
6095005	BIANCHITE	-9.966	{ 1.000} 950	{ 1.000} 732	{ 6.000}	2
6095006	GOSLARITE	-9.678	{ 1.000} 950	{ 1.000} 732	{ 7.000}	2
16000	CD METAL	-37.957	{ 1.000} 160	{ 2.000}	1	
16001	GAMMA CD	-38.061	{ 1.000} 160	{ 2.000}	1	
5016000	OTAVITE	-3.813	{ 1.000} 160	{ 1.000} 140		
4116000	CDCL2	-17.258	{ 1.000} 160	{ 2.000} 180		
4116001	CDCL2, 1H2O	-16.156	{ 1.000} 160	{ 2.000} 180	{ 1.000}	2
4116002	CDCL2,2.5H2O	-15.831	{ 1.000} 160	{ 2.000} 180	{ 2.500}	2

ID #	NAME	Sat. Index	Stoichiometry in [brackets]					
2016000	CD(OH)2 (A)	-11.159	[-2.000]	330	[1.000]	160	[2.000]	2
2016001	CD(OH)2 (C)	-10.518	[-2.000]	330	[1.000]	160	[2.000]	2
4116003	CD(OH)CL	-11.063	[-1.000]	330	[1.000]	160	[1.000]	2
			[1.000]	180				
6016000	CD3(OH)4SO4	-29.960	[-4.000]	330	[3.000]	160	[4.000]	2
			[1.000]	732				
6016001	CD3OH2(SO4)2	-30.907	[-2.000]	330	[3.000]	160	[2.000]	2
			[2.000]	732				
6016002	CD4(OH)6SO4	-32.668	[-6.000]	330	[4.000]	160	[6.000]	2
			[1.000]	732				
2016002	MONTEPONITE	-12.657	[-2.000]	330	[1.000]	160	[1.000]	2
8216000	CDSIO3	-10.291	[-1.000]	2	[1.000]	160	[1.000]	770
			[-2.000]	330				
6016003	CDSO4	-13.963	[1.000]	160	[1.000]	732		
6016004	CDSO4, 1H2O	-12.211	[1.000]	160	[1.000]	732	[1.000]	2
6016005	CDSO4, 2.7H2O	-11.908	[1.000]	160	[1.000]	732	[2.670]	2
	60000 PB METAL	-27.576	[1.000]	600	[2.000]	1		
4160000	COTUNNITE	-12.232	[1.000]	600	[2.000]	180		
4160002	PHOSGENITE	-14.217	[2.000]	600	[2.000]	180	[1.000]	140
5060000	CERRUSITE	-3.612	[1.000]	600	[1.000]	140		
2060000	MASSICOT	-9.567	[-2.000]	330	[1.000]	600	[1.000]	2
2060001	LITHARGE	-9.367	[-2.000]	330	[1.000]	600	[1.000]	2
2060002	PBO, .3H2O	-9.184	[-2.000]	330	[1.000]	600	[1.330]	2
5060001	PB2OCO3	-12.887	[-2.000]	330	[2.000]	600	[1.000]	2
			[1.000]	140				
6060000	LARNAKITE	-9.099	[-2.000]	330	[2.000]	600	[1.000]	732
			[1.000]	2				
6060001	PB3O2SO4	-16.369	[-4.000]	330	[3.000]	600	[1.000]	732
			[2.000]	2				
6060002	PB4O3SO4	-24.660	[-6.000]	330	[4.000]	600	[1.000]	732
			[3.000]	2				
5060002	PB3O2CO3	-21.016	[-4.000]	330	[3.000]	600	[1.000]	140
			[2.000]	2				
8260000	PBSIO3	-7.688	[-1.000]	2	[-2.000]	330	[1.000]	600
			[1.000]	770				
8060000	PB2SIO4	-16.785	[-4.000]	330	[2.000]	600	[1.000]	770
6060003	ANGLESITE	-5.152	[1.000]	600	[1.000]	732		
2060003	PLATTNERITE	-20.302	[-4.000]	330	[-2.000]	1	[1.000]	600
			[2.000]	2				
3060000	PB2O3	-26.335	[-6.000]	330	[-2.000]	1	[2.000]	600
			[3.000]	2				
3060001	MINIUM	-37.966	[-8.000]	330	[-2.000]	1	[3.000]	600
			[4.000]	2				
2060004	PB(OH)2 (C)	-4.732	[-2.000]	330	[1.000]	600	[2.000]	2
4160003	LAURIONITE	-7.302	[-1.000]	330	[1.000]	600	[1.000]	180
			[1.000]	2				
4160004	PB2(OH)3CL	-11.676	[-3.000]	330	[2.000]	600	[3.000]	2
			[1.000]	180				
5060003	HYDCERRUSITE	-12.491	[-2.000]	330	[3.000]	600	[2.000]	140
			[2.000]	2				
2060005	PB2O(OH)2	-18.608	[-4.000]	330	[2.000]	600	[3.000]	2

ID #	NAME	Sat. Index	Stoichiometry in [brackets]					
J060004	PB4(OH)6SO4	-22.713	[-6.000]	330	[4.000]	600	[1.000]	732
			[6.000]	2				
5054000	NICO3	-9.874	[1.000]	540	[1.000]	140		
2054000	NI(OH)2	-5.753	[-2.000]	330	[1.000]	540	[2.000]	2
6054000	NI4(OH)6SO4	-31.999	[-6.000]	330	[4.000]	540	[1.000]	732
			[6.000]	2				
2054001	BUNSENITE	-8.872	[-2.000]	330	[1.000]	540	[1.000]	2
6054001	RETGERSITE	-10.502	[1.000]	540	[1.000]	732	[6.000]	2
6054002	MORENOSITE	-10.133	[1.000]	540	[1.000]	732	[7.000]	2
8054000	NI2SIO4	-10.907	[-4.000]	330	[2.000]	540	[1.000]	770
8450001	ANALCIME	-3.039	[1.000]	500	[1.000]	30	[2.000]	770
			[-1.000]	2	[-4.000]	330		
8603000	HALLOYSITE	1.777	[2.000]	30	[2.000]	770	[1.000]	2
			[-6.000]	330				
8603001	KAOLINITE	5.165	[2.000]	30	[2.000]	770	[1.000]	2
			[-6.000]	330				
8415000	LEONHARDITE	5.930	[-1.000]	2	[-16.000]	330	[2.000]	150
			[8.000]	770	[4.000]	30		
8450002	LOW ALBITE	-2.680	[1.000]	500	[1.000]	30	[3.000]	770
			[-4.000]	330	[-4.000]	2		
8450003	ANALBITE	-3.664	[1.000]	500	[1.000]	30	[3.000]	770
			[-4.000]	330	[-4.000]	2		
8641000	MUSCOVITE	2.800	[1.000]	410	[3.000]	30	[3.000]	770
			[-10.000]	330				
8415001	ANORTHITE	-7.147	[1.000]	150	[2.000]	30	[2.000]	770
			[-8.000]	330				
8603002	PYROPHYLLITE	5.614	[2.000]	30	[4.000]	770	[-4.000]	2
			[-6.000]	330				
8415002	LAUMONTITE	-3.460	[1.000]	150	[2.000]	30	[4.000]	770
			[-8.000]	330				
8415003	WAIKAKITE	-8.213	[1.000]	150	[2.000]	30	[4.000]	770
			[-8.000]	330	[-2.000]	2		
5023101	MALACHITE	-6.642	[2.000]	231	[2.000]	2	[1.000]	140
			[-2.000]	330				
5023102	AZURITE	-11.158	[3.000]	231	[2.000]	2	[2.000]	140
			[-2.000]	330				
2015000	LIME	-25.700	[-2.000]	330	[1.000]	150	[1.000]	2
2015001	PORTLANDITE	-15.157	[-2.000]	330	[1.000]	150	[2.000]	2
2046001	PERICLASE	-14.681	[-2.000]	330	[1.000]	460	[1.000]	2
3046000	SPINEL	-11.262	[-8.000]	330	[1.000]	460	[2.000]	30
			[4.000]	2				
3046001	MAG-FERRITE	-0.494	[-8.000]	330	[1.000]	460	[2.000]	281
			[4.000]	2				
8215002	WOLLASTONITE	-9.090	[-1.000]	2	[-2.000]	330	[1.000]	770
			[1.000]	150				
8215003	P-WOLLSTANIT	-9.982	[-1.000]	2	[-2.000]	330	[1.000]	770
			[1.000]	150				
8015001	CA-OLIVINE	-26.347	[-4.000]	330	[1.000]	770	[2.000]	150
8015002	LARNITE	-27.907	[-4.000]	330	[1.000]	770	[2.000]	150
8015007	CA3SIO5	-55.613	[-6.000]	330	[1.000]	770	[3.000]	150
			[1.000]	2				

ID #	NAME	Sat. Index	Stoichiometry in [brackets]		
8015003	MONTICELLITE	-19.369	[-4.000] 330	[1.000] 770	[1.000] 150
			[1.000] 460		
8015005	AKERMINITE	-32.865	[-1.000] 2	[-6.000] 330	[2.000] 770
			[2.000] 150	[1.000] 460	
8015004	MERWINITE	-46.419	[-8.000] 330	[2.000] 770	[1.000] 460
			[3.000] 150		
8441000	EALSILITE	-8.070	[-4.000] 330	[1.000] 770	[1.000] 30
			[1.000] 410		
8441001	LEUCITE	-5.385	[-2.000] 2	[-4.000] 330	[2.000] 770
			[1.000] 30	[1.000] 410	
8441002	MICROCLINE	-3.228	[-4.000] 2	[-4.000] 330	[3.000] 770
			[1.000] 30	[1.000] 410	
8441003	H SANIDINE	-3.723	[-4.000] 2	[-4.000] 330	[3.000] 770
			[1.000] 30	[1.000] 410	
8450004	NEPHELINE	-6.904	[-4.000] 330	[1.000] 770	[1.000] 30
			[1.000] 500		
8015006	GEHLENITE	-27.506	[-10.000] 330	[2.000] 30	[1.000] 770
			[2.000] 150	[3.000] 2	
3028102	LEPIDOCROCIT	3.762	[-3.000] 330	[1.000] 281	[2.000] 2
8650000	NA-NONTRONIT	14.408	[-7.320] 330	[-2.680] 2	[0.330] 30
			[2.000] 281	[0.330] 500	[3.670] 770
8641002	K-NONTRONITE	14.573	[-7.320] 330	[-2.680] 2	[0.330] 30
			[2.000] 281	[0.330] 410	[3.670] 770
8615000	CA-NONTRONIT	21.495	[-7.320] 330	[-2.680] 2	[0.330] 30
			[2.000] 281	[0.167] 150	[3.670] 770
8646005	MG-NONTRONIT	21.015	[-7.320] 330	[-2.680] 2	[0.330] 30
			[2.000] 281	[0.167] 460	[3.670] 770
8646006	Montmorillon	4.129	[3.810] 770	[0.490] 460	[-3.760] 330
			[-3.240] 2	[0.220] 281	[1.710] 30
4121100	GRCL3	-48.535	[1.000] 211	[3.000] 180	[2.000] 330
			[-2.000] 2		
2021101	MgCR2O4	-11.074	[2.000] 211	[1.000] 460	[-4.000] 330
2021102	CR2O3	-2.655	[2.000] 211	[-2.000] 330	[-1.000] 2
2021102	CR(OH)3 (A)	-2.111	[1.000] 211	[1.000] 2	[-1.000] 330
2021101	CR(OH)3 (C)	-4.754	[1.000] 211	[1.000] 2	[-1.000] 330

Unknown species: Stream Sample
 7-1

Temperature (Celsius): 13.90
 Units of concentration: MG/l.
 Ionic strength to be computed.
 If specified, carbonate concentration represents total inorganic carbon.
 Do not automatically terminate if charge imbalance exceeds 30%
 Precipitation is allowed only for those solids specified as ALLOWED
 in the input file (if any).
 The maximum number of iterations is: 200
 The method used to compute activity coefficients is: Davies equation
 Intermediate output file

330	0.000E-01	-6.71 y
1	0.000E-01	-7.59
770	1.749E+01	-3.73 y
30	2.400E-02	-6.35 y
281	1.000E-02	-6.75 y
460	5.900E-01	-4.59 y
150	3.390E+00	-3.98 y
500	3.700E+00	-3.86 y
410	4.000E-01	-6.59 y
180	2.570E+00	-4.32 y
492	5.130E+00	-3.94 y
732	4.480E+00	-4.32 y
140	1.759E+01	-3.30 y
211	1.000E-04	-8.33 y
471	1.180E-03	-7.62 y
540	7.000E-04	-8.07 y
231	4.400E-03	-7.69 y
950	5.500E-03	-7.32 y
160	6.000E-05	-9.21 y
100	4.000E-03	-7.73 y
600	7.000E-04	-8.54 y
893	6.800E-05	-7.96 y

H2O has been inserted as a COMPONENT

3	2		
	1	7.5278	0.0000
	330	6.7100	0.0000

INPUT DATA BEFORE TYPE MODIFICATIONS

ID	NAME	ACTIVITY GUESS	LOG GUESS	ANAL TOTAL
330	H+1	1.950E-07	-6.710	0.000E-01
1	E-1	2.570E-08	-7.590	0.000E-01
770	H4SiO4	1.862E-04	-3.730	1.749E+01
30	Al+3	4.467E-07	-6.350	2.400E-02
281	Fe+3	1.778E-07	-6.750	1.000E-02
460	Mg+2	2.570E-05	-4.590	5.900E-01
150	Ca+2	1.047E-04	-3.980	3.390E+00
500	Na+1	1.380E-04	-3.860	3.700E+00
410	K+1	2.570E-07	-6.590	4.000E-01

180	Cl-1	4.786E-05	-4.320	2.570E+00
492	NO3-1	1.148E-04	-3.940	5.130E+00
732	SO4-2	4.786E-05	-4.320	4.430E+00
140	CO3-2	5.012E-04	-3.300	1.759E+01
211	Cr(OH)2+	4.677E-09	-8.330	1.000E-04
471	Mn+3	2.399E-08	-7.620	1.180E-03
540	Ni+2	8.511E-09	-8.070	7.000E-04
231	Cu+2	2.042E-08	-7.690	4.400E-03
950	Zn+2	4.786E-08	-7.320	5.500E-03
160	Cd+2	6.166E-10	-3.210	6.000E-05
100	Ba+2	1.863E-08	-7.730	4.000E-03
600	Pb+2	2.884E-09	-8.540	7.000E-04
893	UO2+2	1.096E-08	-7.960	6.800E-05
2	H2O	1.000E+00	0.000	0.000E-01

Charge Balance: UNSPECIATED

Sum of CATIONS= 3.926E-04 Sum of ANIONS = 3.348E-04

PERCENT DIFFERENCE = 3.603E+01 (ANIONS - CATIONS)/(ANIONS + CATIONS)

```

-----
IMPROVED ACTIVITY GUESSES PRIOR TO FIRST ITERATION: ;
H4SiO4      Log activity guess:  -3.74
Al+3        Log activity guess: -10.25
Fe+3        Log activity guess: -14.52
SO4-2       Log activity guess:  -4.33
CO3-2       Log activity guess:  -7.41
Cr(OH)2+    Log activity guess:  -9.10
Cu+2        Log activity guess:  -7.18
-----

```

PART 3 of OUTPUT FILE

PC MINTEQA2 v3.10 DATE OF CALCULATIONS: 20-OCT-95 TIME: 13:26: 3

PARAMETERS OF THE COMPONENT MOST OUT OF BALANCE:

ITER	NAME	TOTAL MOL	DIFF FXN	LOG ACTVTY	RESIDUAL
0	Ba+2	2.913E-08	-1.051E-08	-7.73000	1.050E-08
1	Cd+2	5.338E-10	-1.397E-12	-9.29216	1.363E-13
2	Ba+2	2.913E-08	3.312E-09	-7.53571	3.309E-09
3	Ba+2	2.913E-08	4.129E-12	-7.58248	1.216E-12

ID	NAME	ANAL MOL	CALC MOL	LOG ACTVTY	GAMMA	DIFF FXN
893	UO2+2	2.518E-10	4.547E-13	-12.38907	0.897777	3.820E-16
600	Pb+2	3.379E-09	1.356E-09	-8.77834	0.897777	-5.894E-15
770	H4SiO4	1.820E-04	1.819E-04	-3.74007	1.000133	1.359E-12
30	Al+3	8.895E-07	7.064E-11	-10.25635	0.784566	-1.060E-13
281	Fe+3	1.791E-07	3.720E-15	-14.53482	0.784566	-1.286E-13
460	Mg+2	2.427E-05	2.407E-05	-4.66529	0.897777	-7.320E-11
150	Ca+2	8.459E-05	8.389E-05	-4.12312	0.897777	-2.550E-10
500	Na+1	1.609E-04	1.609E-04	-3.80514	0.973402	-1.223E-10
410	K+1	1.023E-05	1.023E-05	-5.00193	0.973402	-7.773E-12
180	Cl-1	7.249E-05	7.249E-05	-4.15140	0.973402	-5.508E-11
492	NO3-1	8.274E-05	8.274E-05	-4.09399	0.973402	-6.287E-11
732	SO4-2	4.664E-05	4.589E-05	-4.38515	0.897777	-1.394E-10
140	CO3-2	2.931E-04	4.253E-08	-7.41811	0.897777	-1.608E-10
211	Cr(OH)2+	1.163E-09	7.961E-10	-9.11072	0.973402	-9.200E-16
471	Mn+3	2.148E-08	2.148E-08	-7.77334	0.784566	-1.469E-13
540	Ni+2	1.192E-08	9.305E-09	-8.07809	0.897777	-2.837E-14
231	Cu+2	6.925E-08	3.846E-08	-7.46182	0.897777	-1.200E-13
950	Zn+2	8.414E-08	8.133E-08	-7.13659	0.897777	-2.483E-13
160	Cd+2	5.338E-10	5.122E-10	-9.33737	0.897777	-1.565E-15
100	Ba+2	2.913E-08	2.913E-08	-7.58255	0.897777	-8.853E-14
2	H2O	0.000E-01	-3.000E-06	-0.00001	1.000000	0.000E-01
330	H+1	0.000E-01	2.003E-07	-6.71000	0.973402	0.000E-01
1	E-1	0.000E-01	0.000E-01	-7.58780	0.973402	0.000E-01

Type I - COMPONENTS AS SPECIES IN SOLUTION

ID	NAME	CALC MOL	ACTIVITY	LOG ACTVTY	GAMMA	NEW LOGK
330	H+1	2.003E-07	1.950E-07	-6.71000	0.97340	0.012
893	UO2+2	4.547E-13	4.083E-13	-12.38907	0.89778	0.047
770	H4SiO4	1.819E-04	1.819E-04	-3.74007	1.00013	0.000
30	Al+3	7.064E-11	5.542E-11	-10.25635	0.78457	0.105
281	Fe+3	3.720E-15	2.919E-15	-14.53482	0.78457	0.105
460	Mg+2	2.407E-05	2.161E-05	-4.66529	0.89778	0.047
150	Ca+2	8.389E-05	7.532E-05	-4.12312	0.89778	0.047
500	Na+1	1.609E-04	1.566E-04	-3.80514	0.97340	0.012
410	K+1	1.023E-05	9.956E-06	-5.00193	0.97340	0.012
180	Cl-1	7.249E-05	7.057E-05	-4.15140	0.97340	0.012
492	NO3-1	8.274E-05	8.054E-05	-4.09399	0.97340	0.012
732	SO4-2	4.589E-05	4.120E-05	-4.38515	0.89778	0.047
140	CO3-2	4.253E-08	3.818E-08	-7.41811	0.89778	0.047
211	Cr(OH)2+	7.961E-10	7.750E-10	-9.11072	0.97340	0.012
471	Mn+3	2.148E-08	1.825E-08	-7.77334	0.78457	0.105
540	Ni+2	9.305E-09	8.354E-09	-8.07809	0.89778	0.047
231	Cu+2	3.846E-08	3.453E-08	-7.46182	0.89778	0.047
950	Zn+2	8.133E-08	7.301E-08	-7.13659	0.89778	0.047

160	Ca+2	5.122E-10	1.599E-10	-9.33737	0.89778	0.047
100	Ba+2	2.913E-08	2.615E-08	-7.58255	0.39778	0.047
600	Pb+2	1.856E-03	1.666E-03	-8.77834	0.89778	0.047

Type II - OTHER SPECIES IN SOLUTION OR ADSORBED

ID	NAME	CALC MOL	ACTIVITY	LOG ACTVTY	GAMMA	NEW LOGK
2117322	Cr2O(H2SO4)S	1.306E-26	1.306E-26	-25.88392	1.00013	14.528
2117323	Cr2O(H2SO4)+2	1.497E-20	1.344E-20	-19.87157	0.89778	16.202
2117324	Cr2O(H2SO4)2	3.289E-23	3.289E-23	-22.48292	1.00013	17.929
3300020	OH-	2.197E-08	2.139E-08	-7.66978	0.97340	-14.368
3307700	H3SiO4 -	6.167E-08	6.063E-08	-7.22162	0.97340	-10.180
3307701	H2SiO4 -2	1.703E-13	1.529E-13	-12.81561	0.89778	-22.449
4603300	MgOH +	6.805E-11	6.626E-11	-10.17872	0.97340	-12.212
4601400	MgCO3 AQ	6.631E-10	6.622E-10	-9.17838	1.00013	2.905
4601401	MgHCO3 +	5.013E-08	4.880E-08	-7.31157	0.97340	11.494
4607320	MgSO4 AQ	1.444E-07	1.444E-07	-6.84046	1.00013	2.210
1503300	CaOH +	3.844E-11	3.742E-11	-10.42695	0.97340	-13.002
1501400	CaHCO3 +	1.175E-07	1.144E-07	-6.94162	0.97340	11.321
1501401	CaCO3 AQ	3.317E-09	3.317E-09	-8.47919	1.00013	3.062
1507320	CaSO4 AQ	5.736E-07	5.737E-07	-6.24132	1.00013	2.267
5001400	NaCO3 -	6.332E-11	6.163E-11	-10.21018	0.97340	1.025
5001401	NaHCO3 AQ	1.402E-08	1.402E-08	-7.85325	1.00013	10.080
5007320	NaSO4 -	3.086E-08	3.004E-08	-7.52233	0.97340	0.680
4107320	KSO4 -	2.417E-09	2.353E-09	-8.62844	0.97340	0.770
303300	AlOH +2	1.479E-09	1.328E-09	-8.87677	0.89778	-5.284
303301	Al(OH)2 +	1.189E-07	1.158E-07	-6.93636	0.97340	-10.088
303302	Al(OH)4 -	2.162E-08	2.104E-08	-7.67686	0.97340	-24.249
307320	AlSO4 +	2.132E-12	2.075E-12	-11.68301	0.97340	2.970
307321	Al(SO4)2 -	6.665E-15	6.488E-15	-14.18789	0.97340	4.850
303303	Al(OH)3 AQ	7.474E-07	7.475E-07	-6.12637	1.00013	-16.000
2813300	FeOH +2	5.426E-11	4.872E-11	-10.31232	0.89778	-2.441
2817320	FeSO4 +	7.941E-16	7.730E-16	-15.11182	0.97340	3.320
2811800	FeCl +2	4.791E-18	4.301E-18	-17.36643	0.89778	1.367
2811801	FeCl2 +	2.014E-21	1.961E-21	-20.70763	0.97340	2.142
2811802	FeCl3 AQ	1.383E-26	1.383E-26	-25.85903	1.00013	1.130
2813301	FeOH2 +	1.686E-07	1.641E-07	-6.78483	0.97340	-5.658
2813302	FeOH3 AQ	9.888E-09	9.889E-09	-8.00484	1.00013	-13.600
2813303	FeOH4 -	5.210E-10	5.072E-10	-9.29485	0.97340	-21.588
2817321	Fe(SO4)2 -	9.885E-19	9.622E-19	-18.01671	0.97340	5.300
2813304	Fe2(OH)2+4	1.590E-19	1.033E-19	-18.98586	0.64964	-3.149
2813305	Fe3(OH)4+5	6.594E-24	3.361E-24	-23.47358	0.50969	-6.416
1003300	BaOH +	2.235E-15	2.176E-15	-14.66240	0.97340	-13.778
2311400	CuCO3 AQ	7.080E-09	7.081E-09	-8.14993	1.00013	6.730
2311401	Cu(CO3)2-2	3.791E-13	3.404E-13	-12.46805	0.89778	9.877
2311800	CuCl +	3.811E-12	3.709E-12	-11.43069	0.97340	0.194
2311801	CuCl2 AQ	1.239E-16	1.240E-16	-15.90673	1.00013	-0.142
2311802	CuCl3 -	2.594E-23	2.525E-23	-22.59768	0.97340	-2.670
2311803	CuCl4 -2	1.468E-29	1.318E-29	-28.38001	0.89778	-4.766
2313300	CuOH +	1.819E-09	1.771E-09	-8.75183	0.97340	-7.998
2313301	Cu(OH)2 AQ	1.897E-08	1.897E-08	-7.72183	1.00013	-13.680
2313302	Cu(OH)3 -	6.038E-15	5.877E-15	-14.23084	0.97340	-26.887
2313303	Cu(OH)4 -2	6.683E-21	6.000E-21	-20.22185	0.89778	-39.553
2313304	Cu2(OH)2+2	4.819E-13	4.326E-13	-12.36392	0.89778	-10.813
2317320	CuSO4 AQ	2.680E-10	2.680E-10	-9.57187	1.00013	2.275
2311402	CuHCO3 +	2.641E-09	2.571E-09	-8.58993	0.97340	13.012
9501800	ZnCl +	8.522E-12	8.301E-12	-11.08085	0.97340	0.212
9501801	ZnCl2 AQ	5.853E-16	5.854E-16	-15.23257	1.00013	0.207
9501802	ZnCl3 -	4.440E-20	4.322E-20	-19.36430	0.97340	0.238
9501803	ZnCl4 -2	1.549E-24	1.391E-24	-23.85675	0.89778	-0.068
9502300	ZnOH +	1.745E-10	1.639E-10	-9.76992	0.97340	-9.332
9502301	Zn(OH)2 AQ	2.423E-11	2.423E-11	-10.61560	1.00013	-16.899
9503302	Zn(OH)3 -	4.037E-16	3.930E-16	-15.40561	0.97340	-28.387
9503303	Zn(OH)4 -2	3.558E-22	3.194E-22	-21.49562	0.89778	-41.152

9501804	ZnOHCl AQ	8.749E-13	8.750E-13	-12.05800	1.00013	-7.480
9507320	ZnSO4 AQ	6.446E-10	6.447E-10	-9.19064	1.00013	2.331
9507321	Zn(SO4)2-2	2.630E-13	2.361E-13	-12.62689	0.89778	3.327
9501400	ZnHCO3 +	1.403E-09	1.366E-09	-8.86470	0.97340	12.412
9501401	ZnCO3 AQ	5.562E-10	5.563E-10	-9.25470	1.00013	5.300
9501402	Zn(CO3)2-2	5.058E-13	4.541E-13	-12.34282	0.89778	9.677
1601800	CdCl +	3.062E-12	2.981E-12	-11.52565	0.97340	1.975
1601801	CdCl2 AQ	8.400E-16	8.401E-16	-15.07565	1.00013	2.564
1601802	CdCl3 -	3.218E-20	3.132E-20	-19.50416	0.97340	2.299
1601400	Cd(CO3)3-4	6.541E-26	4.249E-26	-25.37171	0.64964	6.407
1603300	CdOH +	8.503E-14	8.277E-14	-13.08215	0.97340	-10.443
1603301	Cd(OH)2 AQ	5.402E-17	5.402E-17	-16.26738	1.00013	-20.350
1603302	Cd(OH)3 -	3.194E-23	3.109E-23	-22.50739	0.97340	-33.288
1603303	Cd(OH)4 -2	1.583E-30	1.421E-30	-29.84740	0.89778	-47.303
1603304	Cd2OH +3	2.747E-22	2.155E-22	-21.66655	0.78457	-9.596
1601803	CdOHCl AQ	4.927E-15	4.928E-15	-14.30737	1.00013	-7.529
1604920	CdNO3 +	1.343E-13	1.397E-13	-12.88360	0.97340	0.559
1607320	CdSO4 AQ	5.088E-12	5.088E-12	-11.29342	1.00013	2.429
1601400	CdHCO3 +	8.835E-12	8.660E-12	-11.06548	0.97340	12.412
1601401	CdCO3 AQ	4.400E-12	4.401E-12	-11.35648	1.00013	5.399
1607321	Cd(SO4)2-2	2.749E-15	2.468E-15	-14.60767	0.89778	3.547
6001800	PbCl +	3.603E-12	3.507E-12	-11.45505	0.97340	1.486
6001801	PbCl2 AQ	4.874E-16	4.875E-16	-15.31205	1.00013	1.769
6001802	PbCl3 -	2.607E-20	2.537E-20	-19.59563	0.97340	1.649
6001803	PbCl4 -2	8.748E-25	7.853E-25	-24.10495	0.89778	1.326
6001400	Pb(CO3)2-2	1.181E-13	1.060E-13	-12.97457	0.89778	10.687
6003300	PbOH +	1.711E-10	1.666E-10	-9.77835	0.97340	-7.698
6003301	Pb(OH)2 AQ	3.323E-13	3.324E-13	-12.47836	1.00013	-17.120
6003302	Pb(OH)3 -	2.011E-17	1.957E-17	-16.70836	0.97340	-28.048
6003303	Pb2OH +3	7.919E-18	6.213E-18	-17.20669	0.78457	-6.255
6004920	PbNO3 +	2.039E-12	1.985E-12	-11.70233	0.97340	1.182
6007320	PbSO4 AQ	3.859E-11	3.859E-11	-10.41349	1.00013	2.750
6003304	Pb3(OH)4+2	8.197E-25	7.359E-25	-24.13318	0.89778	-24.591
6001401	PbCO3 AQ	1.105E-09	1.105E-09	-8.95646	1.00013	7.240
6003305	Pb(OH)4 -2	2.567E-22	2.305E-22	-21.63737	0.89778	-39.652
6007321	Pb(SO4)2-2	9.294E-15	8.344E-15	-14.07864	0.89778	3.517
6001402	PbHCO3 +	2.020E-10	1.966E-10	-9.70646	0.97340	13.212
5401800	NiCl +	1.518E-12	1.477E-12	-11.83050	0.97340	0.411
5403300	NiOH +	2.681E-12	2.610E-12	-11.58342	0.97340	-10.204
5403301	Ni(OH)2 AQ	2.197E-14	2.197E-14	-13.65811	1.00013	-19.000
5403302	Ni(OH)3 -	1.158E-18	1.127E-18	-17.94811	0.97340	-29.988
5407320	NiSO4 AQ	6.070E-11	6.071E-11	-10.21673	1.00013	2.246
5401801	NiCl2 AQ	3.794E-16	3.794E-16	-15.42090	1.00013	0.960
5401400	NiHCO3 +	1.886E-10	1.836E-10	-9.73621	0.97340	12.482
5401401	NiCO3 AQ	2.364E-09	2.365E-09	-8.62621	1.00013	6.870
5401402	Ni(CO3)2-2	1.748E-13	1.569E-13	-12.80432	0.89778	10.157
5407321	Ni(SO4)2-2	1.654E-16	1.485E-16	-15.82839	0.89778	1.067
3301400	HCO3 -	2.121E-04	2.065E-04	-3.68507	0.97340	10.455
3301401	H2CO3 AQ	8.074E-05	8.076E-05	-4.09283	1.00013	16.745
3307320	HSO4 -	5.904E-10	5.747E-10	-9.24056	0.97340	1.866
8933300	UO2OH +1	8.920E-12	8.683E-12	-11.06134	0.97340	-5.371
8933301	UO2)2OH2+2	5.637E-18	5.060E-18	-17.29581	0.89778	-5.891
8933302	UO2)3OH5+1	1.214E-20	1.181E-20	-19.92759	0.97340	-16.299
8931400	UO2CO3 AQ	1.887E-10	1.887E-10	-9.72415	1.00013	10.083
8931401	UO2CO3)2-2	5.204E-11	4.672E-11	-10.33048	0.89778	16.942
8931402	UO2CO3)3-4	1.510E-13	9.812E-14	-13.00823	0.64964	21.823
8931800	UO2Cl +1	4.529E-17	4.408E-17	-16.35574	0.97340	0.196
8937320	UO2SO4 AQ	6.626E-15	6.627E-15	-14.17868	1.00013	2.595
8937321	UO2SO4)2-2	8.644E-18	7.760E-18	-17.11013	0.89778	4.096
8937700	UO2H3SiO4	1.558E-12	1.517E-12	-11.81914	0.97340	-2.388
2113300	Cr+3	5.900E-13	4.629E-13	-12.33453	0.78457	10.302
2113301	Cr(OH)+2	7.016E-11	6.299E-11	-10.20071	0.89778	5.667
2113302	Cr(OH)3 AQ	2.946E-10	2.946E-10	-9.53073	1.00013	-7.130
2113303	Cr(OH)4-	1.482E-14	1.443E-14	-13.84073	0.97340	-18.138
2113304	CrO2-	3.762E-14	3.662E-14	-13.43632	0.97340	-17.734
2111800	CrCl+2	1.346E-17	1.209E-17	-16.91767	0.89778	9.811

2111801	CrCl2 +	1.272E-22	1.238E-22	-21.90734	0.97340	8.938
2111802	CrOHCl2 AQ	6.904E-22	6.905E-22	-21.16082	1.00013	2.963
2114920	CrNO3 +2	1.199E-18	1.077E-18	-17.96786	0.89778	8.704
2117320	CrSO4 +	2.644E-16	2.574E-16	-15.58942	0.97340	11.338
2117321	CrOHSO4 AQ	1.173E-12	1.174E-12	-11.93046	1.00013	8.275

Type III - SPECIES WITH FIXED ACTIVITY

ID	NAME	CALC MOL	LOG MOL	NEW LOGK	DH
2	H2O	-3.000E-06	-5.523	0.000	0.000
330	H+1	-3.710E-04	-3.431	6.710	0.000
1	E-1	0.000E-01	0.000	7.585	0.000

Type VI - EXCLUDED SPECIES (not included in mole balance)

ID	NAME	CALC MOL	LOG MOL	NEW LOGK	DH
3301404	CH4 (g)	0.000E-01	-93.375	41.845	-61.000
3301403	CO2 (g)	2.173E-03	-2.663	18.175	-0.530
3300021	O2 (g)	1.748E-30	-29.757	-86.949	133.830

PART 4 of OUTPUT FILE

PC MINTEQA2 v3.10 DATE OF CALCULATIONS: 20-OCT-95 TIME: 13:26: 4

PERCENTAGE DISTRIBUTION OF COMPONENTS AMONG
TYPE I and TYPE II (dissolved and adsorbed) species

UO2+2	3.5	PERCENT BOUND IN SPECIES #8933300	UO2OH +1
	74.9	PERCENT BOUND IN SPECIES #8931400	UO2CO3 AQ
	20.7	PERCENT BOUND IN SPECIES #8931401	UO2CO3)2-2
Pb+2	54.9	PERCENT BOUND IN SPECIES # 600	Pb+2
	5.1	PERCENT BOUND IN SPECIES #6003300	PbOH +
	1.1	PERCENT BOUND IN SPECIES #6007320	PbSO4 AQ
	32.7	PERCENT BOUND IN SPECIES #6001401	PbCO3 AQ
	6.0	PERCENT BOUND IN SPECIES #6001402	PbHCO3 +
H4SiO4	100.0	PERCENT BOUND IN SPECIES # 770	H4SiO4
Al+3	13.4	PERCENT BOUND IN SPECIES # 303301	Al(OH)2 +
	2.4	PERCENT BOUND IN SPECIES # 303302	Al(OH)4 -
	84.0	PERCENT BOUND IN SPECIES # 303303	Al(OH)3 AQ
Fe+3	94.2	PERCENT BOUND IN SPECIES #2813301	FeOH2 +
	5.5	PERCENT BOUND IN SPECIES #2813302	FeOH3 AQ
Mg+2	99.2	PERCENT BOUND IN SPECIES # 460	Mg+2
Ca+2	99.2	PERCENT BOUND IN SPECIES # 150	Ca+2
Na+1	100.0	PERCENT BOUND IN SPECIES # 500	Na+1
K+1	100.0	PERCENT BOUND IN SPECIES # 410	K+1
Cl-1	100.0	PERCENT BOUND IN SPECIES # 180	Cl-1
NO3-1	100.0	PERCENT BOUND IN SPECIES # 492	NO3-1
SO4-2	98.4	PERCENT BOUND IN SPECIES # 732	SO4-2
	1.2	PERCENT BOUND IN SPECIES #1507320	CaSO4 AQ
CO3-2	72.4	PERCENT BOUND IN SPECIES #3301400	HCO3 -
	27.5	PERCENT BOUND IN SPECIES #3301401	H2CO3 AQ
Cr(OH)2+	68.5	PERCENT BOUND IN SPECIES # .211	Cr(OH)2+
	6.0	PERCENT BOUND IN SPECIES #2113301	Cr(OH)+2
	25.3	PERCENT BOUND IN SPECIES #2113302	Cr(OH)3 AQ
Mn+3	100.0	PERCENT BOUND IN SPECIES # 471	Mn+3
Ni+2	78.0	PERCENT BOUND IN SPECIES # 540	Ni+2
	1.6	PERCENT BOUND IN SPECIES #5401400	NiHCO3 +
	19.8	PERCENT BOUND IN SPECIES #5401401	NiCO3 AQ
Cu+2	55.5	PERCENT BOUND IN SPECIES # 231	Cu+2
	10.2	PERCENT BOUND IN SPECIES #2311400	CuCO3 AQ
	2.6	PERCENT BOUND IN SPECIES #2313300	CuOH +
	27.4	PERCENT BOUND IN SPECIES #2313301	Cu(OH)2 AQ
	3.8	PERCENT BOUND IN SPECIES #2311402	CuHCO3 +

Zn+2	0.7	PERCENT BOUND IN SPECIES # 950	Zn+2
	1.7	PERCENT BOUND IN SPECIES #9501400	ZnHCO3 +
Cd+2	96.0	PERCENT BOUND IN SPECIES # 160	Cd+2
	1.7	PERCENT BOUND IN SPECIES #1601400	CdHCO3 +
Ba+2	100.0	PERCENT BOUND IN SPECIES # 100	Ba+2
H2O	7.3	PERCENT BOUND IN SPECIES # 303301	Al(OH)2 +
	2.9	PERCENT BOUND IN SPECIES # 303302	Al(OH)4 -
	74.3	PERCENT BOUND IN SPECIES # 303303	Al(OH)3 AQ
	11.2	PERCENT BOUND IN SPECIES #2313301	FeOH2 +
	1.3	PERCENT BOUND IN SPECIES #2313301	Cu(OH)2 AQ
H+1	57.2	PERCENT BOUND IN SPECIES #3301400	HCO3 -
	43.5	PERCENT BOUND IN SPECIES #3301401	H2CO3 AQ
E-1			

PART 5 of OUTPUT FILE

PC MINTBQA2 v3.10 DATE OF CALCULATIONS: 20-OCT-95 TIME: 13:26: 4

 ----- EQUILIBRATED MASS DISTRIBUTION -----

IDX	NAME	DISSOLVED		SORBED		PRECIPITATED	
		MOL/KG	PERCENT	MOL/KG	PERCENT	MOL/KG	PERCENT
893	UO2+2	2.51E-10	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
600	Pb+2	3.379E-09	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
770	H4SiO4	1.820E-04	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
30	Al+3	8.895E-07	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
281	Fe+3	1.791E-07	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
460	Mg+2	2.427E-05	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
150	Ca+2	8.459E-05	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
500	Na+1	1.609E-04	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
410	K+1	1.023E-05	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
180	Cl-1	7.249E-05	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
492	NO3-1	8.274E-05	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
732	SO4-2	4.664E-05	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
140	CO3-2	2.931E-04	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
211	Cr(OH)2+	1.163E-09	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
471	Mn+3	2.148E-08	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
540	Ni+2	1.192E-08	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
231	Cu+2	6.924E-08	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
950	Zn+2	8.414E-08	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
160	Cd+2	5.338E-10	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
100	Ba+2	2.913E-08	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
2	H2O	3.000E-06	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
33C	H+1	3.710E-04	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
1	E-1	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0

Charge Balance: SPECIATED

Sum of CATIONS = 3.881E-04 Sum of ANIONS 4.594E-04

PERCENT DIFFERENCE = 8.409E+00 (ANIONS - CATIONS)/(ANIONS + CATIONS)

EQUILIBRIUM IONIC STRENGTH (m) = 5.779E-04

EQUILIBRIUM pH = 6.710

EQUILIBRIUM pe = 7.588 or Eh = 432.00 mv

DATE ID NUMBER: 951020

TIME ID NUMBER: 13260442

PART 6 of OUTPUT FILE

PC MINTEQA2 v3.10 DATE OF CALCULATIONS: 20-OCT-95 TIME: 13:26: 4

Saturation indices and stoichiometry of all minerals.

ID #	NAME	Sat. Index	Stoichiometry in [brackets]			
2089300	UO3 (C)	-7.241	[-2.000]	330	[1.000]	893 [1.000] 2
2089301	GUMMITE	-10.030	[-2.000]	330	[1.000]	893 [1.000] 2
2089302	B-UO2(OH)2	-4.906	[-2.000]	330	[1.000]	893 [2.000] 2
2089303	SCHOEPITE	-4.718	[-2.000]	330	[1.000]	893 [3.000] 2
5089300	ROTHERFORDIN	-5.361	[1.000]	893	[1.000]	140
8015000	URANOPHANE	-13.611	[-6.000]	330	[2.000]	893 [1.000] 150
			[2.000]	770		
5189300	UO2NO3)2	-33.522	[1.000]	893	[2.000]	492
5189301	UO2NO3.2H2O	-25.601	[1.000]	893	[2.000]	492 [2.000] 2
5189302	UO2NO3.3H2O	-24.288	[1.000]	893	[2.000]	492 [3.000] 2
5189303	UO2NO3.6H2O	-22.741	[1.000]	893	[2.000]	492 [6.000] 2
2003000	ALOH3(A)	-1.280	[1.000]	30	[3.000]	2 [-3.000] 330
6003000	ALOH3O4	-4.702	[-1.000]	330	[1.000]	30 [1.000] 732
			[1.000]	2		
6003001	AL4(OH)10SO4	-1.011	[-10.000]	330	[4.000]	30 [1.000] 732
			[10.000]	2		
6041000	ALUM K	-18.652	[1.000]	410	[1.000]	30 [2.000] 732
			[12.000]	2		
6041001	ALUNITE	-2.823	[1.000]	410	[3.000]	30 [2.000] 732
			[6.000]	2 [-6.000]	330	
6015000	ANHYDRITE	-3.979	[1.000]	150	[1.000]	732
5015000	ARAGONITE	-3.301	[1.000]	150	[1.000]	140
5046000	ARTINITE	-13.751	[-2.000]	330	[2.000]	460 [1.000] 140
			[5.000]	2		
5010000	BARITE	-1.812	[1.000]	100	[1.000]	732
2003001	BOEHMITE	0.491	[-3.000]	330	[1.000]	30 [2.000] 2
2046000	BRUCITE	-8.777	[1.000]	460	[2.000]	2 [-2.000] 330
5015001	CALCITE	-3.123	[1.000]	150	[1.000]	140
2077000	CHALCEDONY	-0.085	[-2.000]	2	[1.000]	770
8646000	CHRYSOTILE	-14.906	[-6.000]	330	[3.000]	460 [2.000] 770
			[1.000]	2		
8246000	CLINOENSTITE	-6.896	[-1.000]	2	[1.000]	460 [1.000] 770
			[-2.000]	330		
2077001	CRISTOBALITE	0.004	[-2.000]	2	[1.000]	770
2003002	DIASPORE	2.296	[-3.000]	330	[1.000]	30 [2.000] 2
8215000	DIOPSIDE	-10.238	[-2.000]	2	[1.000]	150 [1.000] 460
			[2.000]	770 [-4.000]	330	
5015002	DOLOMITE	-6.862	[1.000]	150	[1.000]	460 [2.000] 140
6046000	EPSOMITE	-6.820	[1.000]	460	[1.000]	732 [7.000] 2
8646003	SEPIOLITE(C)	-10.404	[-0.500]	2	[2.000]	460 [3.000] 770
			[-4.000]	330		
2028100	FERRIHYDRITE	0.704	[-3.000]	330	[1.000]	281 [3.000] 2
4128100	FE(OH)2.7CL.3	5.377	[-2.700]	330	[1.000]	281 [2.700] 2
			[0.300]	180		

ID #	NAME	Sat. Index	Stoichiometry in [brackets]			
6028100	FE2(SO4)3	-47.496	[2.000]	281	[3.000]	732
8046000	FORSTERITE	-15.916	[-4.000]	330	[2.000]	460 [1.000] 770
2003003	GIBBSITE (C)	0.451	[-3.000]	330	[1.000]	30 [3.000] 2
3003000	AL2O3	-3.233	[2.000]	30	[3.000]	2 [-6.000] 330
3028102	GOETHITE	4.681	[-3.000]	330	[1.000]	281 [2.000] 2
6015001	GYPSUM	-3.653	[1.000]	150	[1.000]	732 [2.000] 2
4150000	HALITE	-9.512	[1.000]	500	[1.000]	180
3028100	HEMATITE	14.316	[-6.000]	330	[2.000]	281 [3.000] 2
5015003	HUNTITE	-18.560	[3.000]	460	[1.000]	150 [4.000] 140
5046001	HYDRMAGNESIT	-32.307	[5.000]	460	[4.000]	140 [-2.000] 330
			[6.000]	2		
6050000	JAROSITE NA	-5.755	[-6.000]	330	[1.000]	500 [3.000] 281
			[2.000]	732	[6.000]	2
6041002	JAROSITE K	-3.212	[-6.000]	330	[1.000]	410 [3.000] 281
			[2.000]	732	[6.000]	2
6028101	JAROSITE H	-8.303	[-5.000]	330	[3.000]	281 [2.000] 732
			[7.000]	2		
8450000	MAGADIITE	-8.976	[-1.000]	330	[-9.000]	2 [1.000] 500
			[7.000]	770		
3028101	MAGHEMITE	4.804	[-6.000]	330	[2.000]	281 [3.000] 2
5046002	MAGNESITE	-4.231	[1.000]	460	[1.000]	140
6050001	MIRABILITE	-10.338	[2.000]	500	[1.000]	732 [10.000] 2
3050000	NATRON	-13.267	[2.000]	500	[1.000]	140 [10.000] 2
5046003	NESQUEHONITE	-6.628	[1.000]	460	[1.000]	140 [3.000] 2
8646001	PHLOGOPITE	-42.145	[-10.000]	330	[1.000]	410 [3.000] 460
			[1.000]	30	[3.000]	770
2077002	QUARTZ	0.444	[-2.000]	2	[1.000]	770
8646004	SEPIOLITE(A)	-12.491	[-0.500]	2	[2.000]	460 [3.000] 770
			[-4.000]	330		
2077003	SiO2(A,GL)	-0.595	[-2.000]	2	[1.000]	770
2077004	SiO2(A,PT)	-0.918	[-2.000]	2	[1.000]	770
8646002	TALC	-12.753	[-4.000]	2	[3.000]	460 [4.000] 770
			[-6.000]	330		
6050002	THENARDITE	-11.833	[2.000]	500	[1.000]	732
5050001	THERMONATR	-15.234	[2.000]	500	[1.000]	140 [1.000] 2
8215001	TREMOLITE	-26.863	[-8.000]	2	[2.000]	150 [5.000] 460
			[8.000]	770	[-14.000]	330
5010000	WITHERITE	-6.405	[1.000]	100	[1.000]	140
2047000	PYROLUSITE	9.959	[-4.000]	330	[-1.000]	1 [1.000] 471
			[2.000]	2		
2047001	BIRNESSITE	8.563	[-4.000]	330	[-1.000]	1 [1.000] 471
			[2.000]	2		
2047002	NSUTITE	9.150	[-4.000]	330	[-1.000]	1 [1.000] 471
			[2.000]	2		
3047100	BIXBYITE	24.888	[-6.000]	330	[2.000]	471 [3.000] 2
2047100	MANGANITE	12.595	[-3.000]	330	[1.000]	471 [2.000] 2
6047100	MN2(SO4)3	-24.109	[2.000]	471	[3.000]	732
4123100	MELANOTHALLI	-19.847	[1.000]	231	[2.000]	180
5023100	CUCO3	-5.250	[1.000]	231	[1.000]	140
2023100	CU(OH)2	-3.118	[-2.000]	330	[1.000]	231 [2.000] 2
4123101	ATACAMITE	-6.820	[-3.000]	330	[2.000]	231 [3.000] 2
			[1.000]	180		

ID #	NAME	Sat. Index	Stoichiometry in [brackets]			
5123100	CU ₂ (OH) ₃ NO ₃	-8.624	[-3.000] 330	[2.000] 231	[3.000] 2	
			[1.000] 492			
6023100	ANTLERITE	-8.221	[-4.000] 330	[3.000] 231	[4.000] 2	
			[1.000] 732			
6023101	BROCHANTITE	-9.312	[-6.000] 330	[4.000] 231	[6.000] 2	
			[1.000] 732			
6023102	LANGITE	-11.896	[-6.000] 330	[4.000] 231	[7.000] 2	
			[1.000] 732			
2023101	TENORITE	-2.098	[-2.000] 330	[1.000] 231	[1.000] 2	
6023103	CUOCUSO ₄	-18.437	[-2.000] 330	[2.000] 231	[1.000] 2	
			[1.000] 732			
6023104	CUSO ₄	-15.376	[1.000] 231	[1.000] 732		
6023105	CHALCANTHITE	-9.166	[1.000] 231	[1.000] 732	[5.000] 2	
2023102	DIOPTASE	-4.538	[-2.000] 330	[1.000] 231	[1.000] 770	
3023100	CUPRICFERIT	10.162	[-8.000] 330	[1.000] 231	[2.000] 281	
			[4.000] 2			
95000	ZN METAL	-49.121	[1.000] 950	[2.000] 1		
4195000	ZNCL ₂	-22.969	[1.000] 950	[2.000] 180		
5095000	SMITHSONITE	-4.679	[1.000] 950	[1.000] 140		
5095001	ZNCO ₃ , 1H ₂ O	-4.295	[1.000] 950	[1.000] 140	[1.000] 2	
2095000	ZN(OH) ₂ (A)	-6.167	[-2.000] 330	[1.000] 950	[2.000] 2	
2095001	ZN(OH) ₂ (C)	-5.917	[-2.000] 330	[1.000] 950	[2.000] 2	
2095002	ZN(OH) ₂ (B)	-5.467	[-2.000] 330	[1.000] 950	[2.000] 2	
2095003	ZN(OH) ₂ (G)	-5.427	[-2.000] 330	[1.000] 950	[2.000] 2	
2095004	ZN(OH) ₂ (E)	-5.217	[-2.000] 330	[1.000] 950	[2.000] 2	
4195001	ZN ₂ (OH) ₃ CL	-13.495	[-3.000] 330	[2.000] 950	[3.000] 2	
			[1.000] 180			
4195002	ZN ₅ (OH) ₈ CL ₂	-28.806	[-8.000] 330	[5.000] 950	[8.000] 2	
			[2.000] 180			
6095000	ZN ₂ (OH) ₂ SO ₄	-12.738	[-2.000] 330	[2.000] 950	[2.000] 2	
			[1.000] 732			
6095001	ZN ₄ (OH) ₆ SO ₄	-21.072	[-6.000] 330	[4.000] 950	[6.000] 2	
			[1.000] 732			
5195000	ZNNO ₃) ₂ , 6H ₂ O	-18.607	[1.000] 950	[2.000] 492	[6.000] 2	
2095005	ZNO(ACTIVE)	-5.027	[-2.000] 330	[1.000] 950	[1.000] 2	
2095006	ZINCITE	-5.482	[-2.000] 330	[1.000] 950	[1.000] 2	
6095002	ZN ₃ O(SO ₄) ₂	-37.554	[-2.000] 330	[3.000] 950	[2.000] 732	
			[1.000] 2			
8295000	ZNSIO ₃	-0.909	[-2.000] 330	[-1.000] 2	[1.000] 950	
			[1.000] 770			
8095000	WILLEMITE	-7.458	[-4.000] 330	[2.000] 950	[1.000] 770	
6095003	ZINCOSITE	-15.081	[1.000] 950	[1.000] 732		
6095004	ZNSO ₄ , 1H ₂ O	-11.256	[1.000] 950	[1.000] 732	[1.000] 2	
6095005	BIANCHITE	-9.761	[1.000] 950	[1.000] 732	[6.000] 2	
6095006	GOSLARITE	-9.467	[1.000] 950	[1.000] 732	[7.000] 2	
16000	CD METAL	-38.518	[1.000] 160	[2.000] 1		
16001	GAMMA CD	-38.622	[1.000] 160	[2.000] 1		
5016000	OTAVITE	-3.032	[1.000] 160	[1.000] 140		
4116000	CDCL ₂	-17.088	[1.000] 160	[2.000] 180		
4116001	CDCL ₂ , 1H ₂ O	-15.982	[1.000] 160	[2.000] 180	[1.000] 2	
4116002	CDCL ₂ , 2.5H ₂ O	-15.651	[1.000] 160	[2.000] 180	[2.500] 2	

ID #	NAME	Sat. Index	Stoichiometry in [brackets]					
2016000	CD(OH)2 (A)	-10.242	[-2.000]	330	[1.000]	160	[2.000]	2
2016001	CD(OH)2 (C)	-9.567	[-2.000]	330	[1.000]	160	[2.000]	2
4116003	CDOHCL	10.511	[-1.000]	330	[1.000]	160	[1.000]	2
			[1.000]	180				
6016000	CD3(OH)4SO4	-28.117	[-4.000]	330	[3.000]	160	[4.000]	2
			[1.000]	732				
6016001	CD3OH2(SO4)2	-30.072	[-2.000]	330	[3.000]	160	[2.000]	2
			[2.000]	732				
6016002	CD4(OH)6SO4	-29.875	[-6.000]	330	[4.000]	160	[6.000]	2
			[1.000]	732				
2016002	MONTEPONITE	-11.746	[-2.000]	330	[1.000]	160	[1.000]	2
8216000	CDSIO3	-9.193	[-1.000]	2	[1.000]	160	[1.000]	770
			[-2.000]	330				
6016003	CDSO4	-14.044	[1.000]	160	[1.000]	732		
6016004	CDSO4, 1H2O	-12.281	[1.000]	160	[1.000]	732	[1.000]	2
6016005	CDSO4,2.7H2O	-11.973	[1.000]	160	[1.000]	732	[2.670]	2
60000	PB METAL	-28.212	[1.000]	600	[2.000]	1		
4160000	COTUNNITE	-12.151	[1.000]	600	[2.000]	180		
4160002	PHOSGENITE	-13.468	[2.000]	600	[2.000]	180	[1.000]	140
5060000	CERRUSITE	-2.927	[1.000]	600	[1.000]	140		
2060000	MASSICOT	-8.748	[-2.000]	330	[1.000]	600	[1.000]	2
2060001	LITHARGE	-8.547	[-2.000]	330	[1.000]	600	[1.000]	2
2060002	PBO, .3H2O	-8.338	[-2.000]	330	[1.000]	600	[1.330]	2
5060001	PB2OCO3	-11.383	[-2.000]	330	[2.000]	600	[1.000]	2
			[1.000]	140				
6060000	LARNAKITE	-8.426	[-2.000]	330	[2.000]	600	[1.000]	732
			[1.000]	2				
6060001	PB3O2SO4	-14.874	[-4.000]	330	[3.000]	600	[1.000]	732
			[2.000]	2				
6060002	PB4O3SO4	-22.342	[-6.000]	330	[4.000]	600	[1.000]	732
			[3.000]	2				
5060002	PB3O2CO3	-18.689	[-4.000]	330	[3.000]	600	[1.000]	140
			[2.000]	2				
8260000	PBSIO3	-6.683	[-1.000]	2	[-2.000]	330	[1.000]	600
			[1.000]	770				
8060000	PB2SIO4	-14.961	[-4.000]	330	[2.000]	600	[1.000]	770
6060003	ANGLESITE	-5.312	[1.000]	600	[1.000]	732		
2060003	PLATTNERITE	-18.086	[-4.000]	330	[-2.000]	1	[1.000]	600
			[2.000]	2				
3060000	PB2O3	-23.161	[-6.000]	330	[-2.000]	1	[2.000]	600
			[3.000]	2				
3060001	MINIUM	-34.109	[-8.000]	330	[-2.000]	1	[3.000]	600
			[4.000]	2				
2060004	PB(OH)2 (C)	-3.909	[-2.000]	330	[1.000]	600	[2.000]	2
4160003	LAURIONITE	-6.843	[-1.000]	330	[1.000]	600	[1.000]	180
			[1.000]	2				
4160004	PB2(OH)3CL	-10.371	[-3.000]	330	[2.000]	600	[3.000]	2
			[1.000]	180				
5060003	HYDCERRUSITE	-10.291	[-2.000]	330	[3.000]	600	[2.000]	140
			[2.000]	2				
2060005	PB2O(OH)2	-16.917	[-4.000]	330	[2.000]	600	[3.000]	2

ID #	NAME	Sat. Index	Stoichiometry in [brackets]					
6060004	PR4(OH)6SO4	-18.752	[-6.000]	330	[4.000]	600	[1.000]	732
			[6.000]	2				
5054000	NICO3	-8.317	[1.000]	540	[1.000]	140		
2054000	NI(OH)2	-4.443	[-2.000]	330	[1.000]	540	[2.000]	2
6054000	NI4(OH)6SO4	-27.403	[-6.000]	330	[4.000]	540	[1.000]	732
			[6.000]	2				
2054001	BUNSENITE	-7.290	[-2.000]	330	[1.000]	540	[1.000]	2
6054001	RETGERSITE	-10.399	[1.000]	540	[1.000]	732	[6.000]	2
6054002	MORENOSITE	-10.038	[1.000]	540	[1.000]	732	[7.000]	2
3054000	NI2SIO4	-7.679	[-4.000]	330	[2.000]	540	[1.000]	770
8450001	ANALCIME	-1.061	[1.000]	500	[1.000]	30	[2.000]	770
			[-1.000]	2	[-4.000]	330		
8603000	HALLOYSITE	4.159	[2.000]	30	[2.000]	770	[1.000]	2
			[-6.000]	330				
8603001	KAOLINITE	7.525	[2.000]	30	[2.000]	770	[1.000]	2
			[-6.000]	330				
8415000	LEONHARDITE	14.175	[-1.000]	2	[-16.000]	330	[2.000]	150
			[8.000]	770	[4.000]	30		
8450002	LOW ALBITE	-0.591	[1.000]	500	[1.000]	30	[3.000]	770
			[-4.000]	330	[-4.000]	2		
8450003	ANALBITE	-1.563	[1.000]	500	[1.000]	30	[3.000]	770
			[-4.000]	330	[-4.000]	2		
8641000	MUSCOVITE	9.206	[1.000]	410	[3.000]	30	[3.000]	770
			[-10.000]	330				
8415001	ANORTHITE	-3.159	[1.000]	150	[2.000]	30	[2.000]	770
			[-8.000]	330				
8603002	PYROPHYLLITE	8.072	[2.000]	30	[4.000]	770	[-4.000]	2
			[-6.000]	330				
8415002	LAUMONTITE	0.701	[1.000]	150	[2.000]	30	[4.000]	770
			[-8.000]	330				
8415003	WAIKAKITE	-3.988	[1.000]	150	[2.000]	30	[4.000]	770
			[-8.000]	330	[-2.000]	2		
5023101	MALACHITE	-4.458	[2.000]	231	[2.000]	2	[1.000]	140
			[-2.000]	330				
5023102	AZURITE	-7.857	[3.000]	231	[2.000]	2	[2.000]	140
			[-2.000]	330				
2015000	LIME	-24.017	[-2.000]	330	[1.000]	150	[1.000]	2
2015001	PORTLANDITE	-13.552	[-2.000]	330	[1.000]	150	[2.000]	2
2046001	PERICLASE	-12.799	[-2.000]	330	[1.000]	460	[1.000]	2
3046000	SPINEL	-7.205	[-8.000]	330	[1.000]	460	[2.000]	30
			[4.000]	2				
3046001	MAG-FERRITE	4.537	[-8.000]	330	[1.000]	460	[2.000]	281
			[4.000]	2				
8215002	WOLLASTONITE	-7.404	[-1.000]	2	[-2.000]	330	[1.000]	770
			[1.000]	150				
8215003	P-WOLLSTANIT	-8.289	[-1.000]	2	[-2.000]	330	[1.000]	770
			[1.000]	150				
8015001	CA-OLIVINE	-23.033	[-4.000]	330	[1.000]	770	[2.000]	150
8015002	LARNITE	-24.581	[-4.000]	330	[1.000]	770	[2.000]	150
8015007	CA3SIO5	-50.590	[-6.000]	330	[1.000]	770	[3.000]	150
			[1.000]	2				

ID #	NAME	Sat. Index	Stoichiometry in [brackets]					
8015003	MONTICELLITE	-15.832	[-4.000]	330	[1.000]	770	[1.000]	150
			[1.000]	460				
8015005	AKERMINITE	-27.606	[-1.000]	2	[-6.000]	330	[2.000]	770
			[2.000]	150	[1.000]	460		
8015004	MERWINITE	-39.554	[-8.000]	330	[2.000]	770	[1.000]	460
			[3.000]	150				
8441000	KALSILITE	-4.001	[-4.000]	330	[1.000]	770	[1.000]	30
			[1.000]	410				
8441001	LEUCITE	-1.213	[-2.000]	2	[-4.000]	330	[2.000]	770
			[1.000]	30	[1.000]	410		
8441002	MICROCLINE	1.032	[-4.000]	2	[-4.000]	330	[3.000]	770
			[1.000]	30	[1.000]	410		
8441003	H SANIDINE	0.543	[-4.000]	2	[-4.000]	330	[3.000]	770
			[1.000]	30	[1.000]	410		
8450004	NEPHELINE	-5.011	[-4.000]	330	[1.000]	770	[1.000]	30
			[1.000]	500				
8015006	GEHLENITE	-21.976	[-10.000]	330	[2.000]	30	[1.000]	770
			[2.000]	150	[3.000]	2		
3028102	LEPIDOCROCIT	5.261	[-3.000]	330	[1.000]	281	[2.000]	2
8650000	NA-NONTRONIT	18.430	[-7.320]	330	[-2.680]	2	[0.330]	30
			[2.000]	281	[0.330]	500	[3.670]	770
8641002	K-NONTRONITE	19.322	[-7.320]	330	[-2.680]	2	[0.330]	30
			[2.000]	281	[0.330]	410	[3.670]	770
8615000	CA-NONTRONIT	25.459	[-7.320]	330	[-2.680]	2	[0.330]	30
			[2.000]	281	[0.167]	150	[3.670]	770
8646005	MG-NONTRONIT	25.110	[-7.320]	330	[-2.680]	2	[0.330]	30
			[2.000]	281	[0.167]	460	[3.670]	770
8646006	Montmorillon	7.440	[3.810]	770	[0.490]	460	[-6.750]	330
			[-3.240]	2	[0.220]	281	[1.710]	30
4121100	CRCL3	-49.187	[1.000]	211	[3.000]	180	[2.000]	330
			[-2.000]	2				
3021101	MGCR2O4	-6.741	[2.000]	211	[1.000]	460	[-4.000]	330
3021102	CR2O3	-0.163	[2.000]	211	[-2.000]	330	[-1.000]	2
2021102	CR(OH)3 (A)	-0.895	[1.000]	211	[1.000]	2	[-1.000]	330
2021101	CR(OH)3 (C)	-3.502	[1.000]	211	[1.000]	2	[-1.000]	330

PART 1 of OUTPUT FILE

PC MINTEQA2 v3.10 DATE OF CALCULATIONS: 20-OCT-95 TIME: 13:26:17

Taekawnryung, Stream Sample
T-5

 Temperature (Celsius): 15.20
 Units of concentration: MG/L
 Ionic strength to be computed.
 If specified, carbonate concentration represents total inorganic carbon.
 Do not automatically terminate if charge imbalance exceeds 30%
 Precipitation is allowed only for those solids specified as ALLOWED
 in the input file (if any).
 The maximum number of iterations is: 200
 The method used to compute activity coefficients is: Davies equation
 Intermediate output file

330	0.000E-01	-6.92	y
1	0.000E-01	-7.43	
770	2.030E+01	-3.73	y
30	2.100E-02	-6.35	y
281	1.000E-02	-6.75	y
460	7.700E-01	-4.59	y
150	4.200E+00	-3.98	y
500	4.600E+00	-3.86	y
410	1.000E-02	-6.59	y
180	2.390E+00	-4.32	y
492	3.700E+00	-3.94	y
732	4.110E+00	-4.32	y
140	1.774E+01	-3.30	y
211	1.000E-04	-8.33	y
471	8.000E-04	-7.62	y
540	4.000E-04	-8.07	y
231	2.500E-03	-7.69	y
950	3.300E-03	-7.32	y
160	5.000E-05	-9.21	y
100	3.380E-03	-7.73	y
600	5.000E-04	-8.54	y
893	6.800E-05	-7.95	y

H2O has been inserted as a COMPONENT

3	2		
330	6.9200	0.0000	
1	7.4286	0.0000	

INPUT DATA BEFORE TYPE MODIFICATIONS

ID	NAME	ACTIVITY GUESS	LOG GUESS	ANAL TOTAL
330	H+1	1.202E-07	-6.920	0.000E-01
1	E-1	3.715E-08	-7.430	0.000E-01
770	H4SiO4	1.862E-04	-3.730	2.030E+01
30	Al+3	4.467E-07	-6.350	2.100E-02
281	Fe+3	1.778E-07	-6.750	1.000E-02
460	Mg+2	2.570E-05	-4.590	7.700E-01
150	Ca+2	1.047E-04	-3.980	4.200E+00
500	Na+1	1.380E-04	-3.860	4.600E+00
410	K+1	2.570E-07	-6.590	1.000E-02

180	Cl-1	4.786E-05	-4.320	2.390E+00
492	NO3-1	1.148E-04	-3.940	3.700E+00
732	SO4-2	4.786E-05	-4.320	4.110E+01
140	CO3-2	5.012E-04	-3.300	1.774E+01
211	Cr(OH)2+	4.677E-09	-8.330	1.000E-04
471	Mn+3	2.399E-08	-7.620	8.000E-04
540	Ni+2	8.511E-09	-8.070	4.000E-04
231	Cu+2	2.042E-08	-7.690	2.500E-03
950	Zn+2	4.786E-08	-7.320	3.300E-03
160	Cd+2	6.166E-10	-9.210	5.000E-05
100	Ba+2	1.862E-08	-7.730	3.380E-03
600	Pb+2	2.884E-09	-8.540	5.000E-04
893	UO2+2	1.096E-08	-7.960	6.800E-05
2	H2O	1.000E+00	0.000	0.000E-01

Charge Balance: UNSPECIATED

Sum of CATIONS= 4.765E-04 Sum of ANIONS = 8.039E-04

PERCENT DIFFERENCE = 2.558E+01 (ANIONS - CATIONS)/(ANIONS + CATIONS)

 IMPROVED ACTIVITY GUESSES PRIOR TO FIRST ITERATION:

H4SiO4	Log activity guess:	-3.68
Al+3	Log activity guess:	-10.93
Fe+3	Log activity guess:	-14.96
SO4-2	Log activity guess:	-4.37
CO3-2	Log activity guess:	-7.13
Cr(OH)2+	Log activity guess:	-9.16
Cu+2	Log activity guess:	-7.44

PART 3 of OUTPUT FILE

PC MINTEQA2 v3.10 DATE OF CALCULATIONS: 20-OCT-95 TIME: 13:26:18

PARAMETERS OF THE COMPONENT MOST OUT OF BALANCE:

ITER	NAME	TOTAL MOL	DIFF FXN	LOG ACTVTY	RESIDUAL
0	Ba+2	2.461E-08	-5.991E-09	-7.73000	5.989E-09
1	Cu+2	3.934E-08	3.133E-10	-7.37994	3.143E-10
2	Ba+2	2.461E-08	2.952E-09	-7.60836	2.950E-09
3	Ba+2	2.461E-08	3.272E-12	-7.65806	3.100E-13
4	UO2+2	2.518E-10	3.087E-13	-12.74177	7.835E-13

ID	NAME	ANAL MOL	CALC MOL	LOG ACTVTY	GAMMA	DIFF FXN
600	Pb+2	2.413E-09	9.992E-10	-9.04960	0.892780	-6.670E-18
893	UO2+2	2.518E-10	2.023E-13	-12.74316	0.892780	-1.738E-18
770	H4SiO4	2.112E-04	2.111E-04	-3.67547	1.000147	3.339E-15
30	Al+3	7.784E-07	1.496E-11	-10.93599	0.774774	-1.664E-16
281	Fe+3	1.791E-07	1.377E-15	-14.97198	0.774774	-2.561E-16
460	Mg+2	3.167E-05	3.143E-05	-4.55197	0.892780	-1.969E-13
150	Ca+2	1.048E-04	1.040E-04	-4.03236	0.892780	-6.512E-13
500	Na+1	2.001E-04	2.000E-04	-3.71119	0.972044	-3.132E-13
410	K+1	2.558E-07	2.557E-07	-6.60458	0.972044	-4.003E-16
180	Cl-1	6.742E-05	6.742E-05	-4.18354	0.972044	-1.055E-13
492	NO3-1	5.968E-05	5.968E-05	-4.23651	0.972044	-9.341E-14
732	SO4-2	4.279E-05	4.193E-05	-4.42674	0.892780	-2.625E-13
140	CO3-2	2.956E-04	8.073E-08	-7.14221	0.892780	-3.731E-13
211	Cr(OH)2+	1.163E-09	7.025E-10	-9.16566	0.972044	-1.335E-18
471	Mn+3	1.456E-08	1.456E-08	-7.94758	0.774774	-2.051E-16
540	Ni+2	6.814E-09	4.521E-09	-8.39404	0.892780	-2.843E-17
231	Cu+2	3.934E-08	1.406E-08	-7.90127	0.892780	-9.107E-17
950	Zn+2	5.048E-08	4.832E-08	-7.36516	0.892780	-3.043E-16
160	Cd+2	4.449E-10	4.232E-10	-9.42272	0.892780	-2.666E-18
100	Ba+2	2.461E-08	2.461E-08	-7.55811	0.892780	-1.541E-16
2	H2O	0.000E-01	-2.769E-06	-0.00001	1.000000	0.000E-01
1	E-1	0.000E-01	0.000E-01	-7.42860	0.972044	0.000E-01
330	H+1	0.000E-01	1.237E-07	-6.92000	0.972044	0.000E-01

Type I - COMPONENTS AS SPECIES IN SOLUTION

ID	NAME	CALC MOL	ACTIVITY	LOG ACTVTY	GAMMA	NEW LOGK
330	H+1	1.237E-07	1.202E-07	-6.92000	0.97204	0.012
893	UO2+2	2.023E-13	1.807E-13	-12.74316	0.89278	0.049
770	H4SiO4	2.111E-04	2.111E-04	-3.67547	1.00015	0.000
30	Al+3	1.496E-11	1.159E-11	-10.93599	0.77477	0.111
281	Fe+3	1.377E-15	1.067E-15	-14.97198	0.77477	0.111
460	Mg+2	3.143E-05	2.806E-05	-4.55197	0.89278	0.049
150	Ca+2	1.040E-04	9.282E-05	-4.03236	0.89278	0.049
500	Na+1	2.000E-04	1.945E-04	-3.71119	0.97204	0.012
410	K+1	2.557E-07	2.486E-07	-6.60458	0.97204	0.012
180	Cl-1	6.742E-05	6.553E-05	-4.18354	0.97204	0.012
492	NO3-1	5.968E-05	5.801E-05	-4.23651	0.97204	0.012
732	SO4-2	4.193E-05	3.743E-05	-4.42674	0.89278	0.049
140	CO3-2	8.073E-08	7.208E-08	-7.14221	0.89278	0.049
211	Cr(OH)2+	7.025E-10	6.829E-10	-9.16566	0.97204	0.012
471	Mn+3	1.456E-08	1.128E-08	-7.94758	0.77477	0.111
540	Ni+2	4.521E-09	4.036E-09	-8.39404	0.89278	0.049
231	Cu+2	1.406E-08	1.255E-08	-7.90127	0.89278	0.049

950	Zn+2	4.832E-08	4.314E-08	-7.36516	0.89278	0.049
160	Cd+2	4.232E-10	3.778E-10	-9.42272	0.89278	0.049
100	Ba+2	2.461E-08	2.197E-08	-7.65811	0.89278	0.049
600	Pb+2	9.992E-10	8.921E-10	-9.04960	0.89278	0.049

Type II - OTHER SPECIES IN SOLUTION OR ADSORBED

ID	NAME	CALC MOL	ACTIVITY	LOG ACTVTY	GAMMA	NEW LOGZ
2117322	Cr2OH2SO4)S	3.184E-27	3.184E-27	-26.49699	1.00015	14.528
2117323	Cr2OH2SO4+2	4.038E-21	3.605E-21	-20.44305	0.89278	16.204
2117324	Cr2OH2SO42	8.016E-24	8.017E-24	-23.09599	1.00015	17.929
3300020	OH-	3.998E-08	3.887E-08	-7.41044	0.97204	-14.318
3307700	H3SiO4 -	1.259E-07	1.224E-07	-6.91228	0.97204	-16.144
3307701	H2SiO4 -2	6.839E-13	6.106E-13	-12.21427	0.89278	-22.330
4603300	MgOH +	1.635E-10	1.539E-10	-9.79887	0.97204	-12.155
4601400	MgCO3 Aq	1.660E-09	1.660E-09	-8.77852	1.00015	2.914
4601401	MgHCO3 +	7.365E-08	7.159E-08	-7.14512	0.97204	11.481
4607320	MgSO4 Aq	1.723E-07	1.724E-07	-6.76357	1.00015	2.215
1503300	CaOH +	8.707E-11	8.464E-11	-10.07244	0.97204	-12.948
1501400	CaHCO3 +	1.699E-07	1.651E-07	-6.78213	0.97204	11.325
1501401	CaCO3 Aq	7.878E-09	7.880E-09	-8.10349	1.00015	3.071
1507320	CaSO4 Aq	6.505E-07	6.506E-07	-6.18672	1.00015	2.272
5001400	NaCO3 -	1.603E-10	1.558E-10	-9.80737	0.97204	1.058
5001401	NaHCO3 Aq	2.026E-08	2.026E-08	-7.69339	1.00015	10.080
5007320	NaSO4 -	3.520E-08	3.421E-08	-7.46583	0.97204	0.684
4107320	KSO4 -	5.637E-11	5.479E-11	-10.26130	0.97204	0.782
303300	AlOH +2	5.583E-10	4.984E-10	-9.30241	0.89278	-5.237
303301	Al(OH)2 +	6.551E-08	6.368E-08	-7.19600	0.97204	-10.088
303302	Al(OH)4 -	4.558E-08	4.430E-08	-7.35358	0.97204	-24.085
307320	AlSO4 +	4.131E-13	4.015E-13	-12.39629	0.97204	2.979
307321	Al(SO4)2 -	1.181E-15	1.148E-15	-14.94022	0.97204	4.862
303303	Al(OH)3 Aq	6.667E-07	6.668E-07	-6.17601	1.00015	-16.000
2813300	FeOH +2	3.534E-11	3.155E-11	-10.50103	0.89278	-2.400
2817320	FeSO4 +	2.730E-16	2.654E-16	-15.57612	0.97204	3.835
2811800	FeCl +2	1.715E-18	1.531E-18	-17.81502	0.89278	1.390
2811801	FeCl2 +	6.357E-22	6.179E-22	-21.20906	0.97204	2.142
2811802	FeCl3 Aq	4.049E-27	4.049E-27	-26.39251	1.00015	1.130
2813301	FeOH2 +	1.623E-07	1.578E-07	-6.80199	0.97204	-5.658
2813302	FeOH3 Aq	1.541E-08	1.542E-08	-7.81200	1.00015	-13.600
2813303	FeOH4 -	1.319E-09	1.282E-09	-8.89201	0.97204	-21.588
2817321	Fe(SO4)2 -	3.106E-19	3.020E-19	-18.52005	0.97204	5.318
2813304	Fe2(OH)2+4	6.409E-20	4.071E-20	-19.39026	0.63530	-3.089
2813305	Fe3(OH)4+5	2.604E-24	1.282E-24	-23.89218	0.49221	-6.348
1003300	BaOH +	3.469E-15	3.372E-15	-14.47215	0.97204	-13.722
2311400	CuCO3 Aq	4.858E-09	4.859E-09	-8.31347	1.00015	6.730
2311401	Cu(CO3)2-2	4.938E-13	4.409E-13	-12.35568	0.89278	9.879
2311800	CuCl +	1.387E-12	1.348E-12	-11.87029	0.97204	0.227
2311801	CuCl2 Aq	4.251E-17	4.252E-17	-16.37141	1.00015	-0.103
2311802	CuCl3 -	8.499E-24	8.262E-24	-23.08293	0.97204	-2.619
2311803	CuCl4 -2	4.266E-30	3.808E-30	-29.41925	0.89278	-4.735
2313300	CuOH +	1.074E-09	1.044E-09	-8.98127	0.97204	-7.988
2313301	Cu(OH)2 Aq	1.814E-08	1.814E-08	-7.74128	1.00015	-13.680
2313302	Cu(OH)3 -	9.376E-15	9.114E-15	-14.04029	0.97204	-26.887
2313303	Cu(OH)4 -2	1.690E-20	1.509E-20	-19.82130	0.89278	-39.551
2313304	Cu2(OH)2+2	1.956E-13	1.746E-13	-12.75796	0.89278	-10.746
2317320	CuSO4 Aq	8.944E-11	8.945E-11	-10.04840	1.00015	2.280
2311402	CuHCO3 +	1.119E-09	1.088E-09	-8.96347	0.97204	13.012
9501800	ZnCl +	5.007E-12	4.867E-12	-11.31276	0.97204	0.248
9501801	ZnCl2 Aq	3.206E-16	3.206E-16	-15.49399	1.00015	0.235
9501802	ZnCl3 -	2.252E-20	2.219E-20	-19.65394	0.97204	0.274
9501803	ZnCl4 -2	7.514E-25	6.709E-25	-24.17336	0.89278	-0.025
9503300	ZnOH +	1.877E-10	1.824E-10	-9.73895	0.97204	-3.281
9503301	Zn(OH)2 Aq	3.765E-11	3.766E-11	-10.42418	1.00015	-16.809
9503302	Zn(OH)3 -	1.019E-15	9.904E-16	-15.00418	0.97204	-28.387

9501804	ZnOHCl AQ	7.784E-13	7.786E-13	-12.10871	1.00015	-7.480
9507320	ZnSO4 AQ	3.501E-10	3.501E-10	-9.45579	1.00015	2.336
9507321	Zn(SO4)2-2	1.290E-13	1.152E-13	-12.93865	0.89278	3.329
9501400	ZnHCO3 +	9.859E-10	9.389E-10	-9.02737	0.97204	12.412
9501401	ZnCO3 AQ	6.203E-10	6.203E-10	-9.20737	1.00015	5.300
9501402	Zn(CO3)2-2	1.071E-12	9.559E-13	-12.01958	0.89278	9.879
1601800	CdCl +	2.352E-12	2.286E-12	-11.64096	0.97204	1.978
1601801	CdCl2 AQ	6.815E-16	6.815E-16	-15.22070	1.00015	2.533
1601802	CdCl3 -	2.192E-20	3.121E-20	-19.67151	0.97204	2.314
1601400	Cd(CO3)3-4	3.996E-25	2.348E-25	-24.62954	0.63530	6.417
1603300	CdOH -	1.266E-10	1.230E-10	-12.00386	0.97204	-10.294
1603301	Cd(OH)2 AQ	1.187E-16	1.169E-16	-15.53274	1.00015	-20.350
1603302	Cd(OH)3 -	1.121E-22	1.120E-22	-21.26275	0.97204	-33.238
1603303	Cd(OH)4 -2	3.477E-24	3.077E-24	-29.00275	0.89278	-47.201
1603304	Cd(OH)5 -1	3.741E-22	2.539E-22	-21.58938	0.77477	-8.561
1601600	CdNHCl AQ	6.027E-15	6.028E-15	-14.19376	1.00015	-7.513
1604320	CdNO3 -	7.614E-14	7.401E-14	-13.13070	0.97204	0.541
1607320	CdSO4 AQ	3.833E-12	3.834E-12	-11.41637	1.00015	2.433
1601403	CdHCO3 +	8.480E-12	8.224E-12	-11.08493	0.97204	12.412
1601401	CdCO3 AQ	6.823E-12	6.824E-12	-11.16593	1.00015	5.399
1607321	Cd(SO4)2-2	1.375E-15	1.674E-15	-14.77621	0.89278	3.549
6001800	PbCl +	1.862E-12	1.810E-12	-11.74226	0.97204	1.503
6001801	PbCl2 AQ	2.272E-16	2.272E-16	-15.64359	1.00015	1.773
6001802	PbCl3 -	1.140E-20	1.108E-20	-19.95529	0.97204	1.657
6001803	PbCl4 -2	3.610E-25	3.223E-25	-24.49171	0.89278	1.341
6001400	Pb(CO3)2-2	2.266E-13	2.023E-13	-12.69402	0.89278	10.689
6003300	PbOH +	1.488E-10	1.447E-10	-9.83961	0.97204	-7.698
6003301	Pb(OH)2 AQ	4.681E-13	4.681E-13	-12.32962	1.00015	-17.120
6003302	Pb(OH)3 -	4.599E-17	4.471E-17	-16.34963	0.97204	-28.048
6003303	Pb2OH +3	3.729E-18	2.889E-18	-17.53921	0.77477	-6.249
6004920	PbNO3 +	7.874E-13	7.654E-13	-12.11612	0.97204	1.182
6007320	PbSO4 AQ	1.878E-11	1.978E-11	-10.72635	1.00015	2.750
6003304	Pb3(OH)4+2	1.097E-24	9.796E-25	-24.00897	0.89278	-24.491
6001401	PbCO3 AQ	1.117E-09	1.117E-09	-8.95181	1.00015	7.240
6003305	Pb(OH)4 -2	9.534E-22	8.538E-22	-21.06863	0.89278	-39.650
6007321	Pb(SO4)2-2	4.132E-15	3.699E-15	-14.43309	0.89278	3.519
6001402	PbHCO3 +	1.260E-10	1.225E-10	-9.91181	0.97204	13.212
5401800	NiCl +	6.819E-13	6.629E-13	-12.17858	0.97204	0.411
5403300	NiOH +	2.338E-12	2.273E-12	-11.64344	0.97204	-10.157
5403301	Ni(OH)2 AQ	2.792E-14	2.792E-14	-13.55405	1.00015	-19.000
5403302	Ni(OH)3 -	2.389E-18	2.322E-18	-17.63406	0.97204	-29.988
5407320	NiSO4 AQ	2.700E-11	2.700E-11	-10.56865	1.00015	2.252
5401801	NiCl2 AQ	1.581E-16	1.581E-16	-15.80113	1.00015	0.960
5401400	NiHCO3 +	1.062E-10	1.032E-10	-9.98625	0.97204	12.482
5401401	NiCO3 AQ	2.156E-09	2.157E-09	-8.66625	1.00015	6.870
5401402	Ni(CO3)2-2	3.026E-13	2.701E-13	-12.56845	0.89278	10.159
5407321	Ni(SO4)2-2	6.633E-17	5.922E-17	-16.22753	0.89278	1.069
3301400	HCO3 -	2.384E-04	2.318E-04	-3.63496	0.97204	10.440
3301401	H2CO3 AQ	5.685E-05	5.685E-05	-4.24523	1.00015	16.737
3307320	HSO4 -	3.439E-10	3.343E-10	-9.47591	0.97204	1.883
8933300	UO2OH +1	6.993E-12	6.797E-12	-11.16765	0.97204	-5.332
8933301	UO2)2OH2+2	3.185E-18	2.843E-18	-17.54617	0.89278	-5.851
8933302	UO2)3OH5+1	1.463E-20	1.422E-20	-19.84715	0.97204	-16.205
8931400	UO2CO3 AQ	1.578E-10	1.578E-10	-9.80179	1.00015	10.084
8931401	UO2CO3)2-2	8.510E-11	7.598E-11	-10.11932	0.89278	16.958
8931402	UO2CO3)3-4	4.265E-13	2.710E-13	-12.56706	0.63530	21.800
8931800	UO2Cl +1	1.883E-17	1.831E-17	-16.73742	0.97204	0.202
8937320	UO2SO4 AQ	2.750E-15	2.750E-15	-14.56062	1.00015	2.609
8937321	UO2SO4)2-2	3.303E-18	2.949E-18	-17.53037	0.89278	4.116
8937700	UO2H3SiO4	1.299E-12	1.263E-12	-11.89863	0.97204	-2.388
2113300	Cr+3	1.686E-13	1.306E-13	-12.88394	0.77477	10.233
2113301	Cr(OH)+2	3.834E-11	3.423E-11	-10.46565	0.89278	5.669
2113302	Cr(OH)3 AQ	4.210E-10	4.211E-10	-9.37567	1.00015	-7.130
2113303	Cr(OH)4-	3.441E-14	3.344E-14	-13.47567	0.97204	-18.138
2113304	CrO2-	8.731E-14	8.487E-14	-13.07126	0.97204	-17.733

111800	CrCl+2	3.744E-18	3.342E-18	-17.47595	0.89278	9.762
111801	CrCl2 +	3.397E-23	3.302E-23	-22.48122	0.97204	8.904
111802	CrOHCl2 Aq	3.235E-22	3.236E-22	-21.49004	1.00015	2.963
114920	CrNO3 +2	2.547E-19	2.274E-19	-18.64315	0.89278	8.648
117320	CrSO4 +	7.239E-17	7.037E-17	-16.15261	0.97204	11.292
117321	CrOHSO4 Aq	5.793E-13	5.794E-13	-12.23700	1.00015	8.275

Type III - SPECIES WITH FIXED ACTIVITY

ID	NAME	CALC MOL	LOG MOL	NEW LOGK	DH
2	H2O	-2.769E-06	-5.558	*0.000	0.000
1	E-1	0.000E-01	0.000	7.429	0.000
330	H+1	-3.496E-04	-3.456	6.920	0.000

Type VI - EXCLUDED SPECIES (not included in mole balance)

ID	NAME	CALC MOL	LOG MOL	NEW LOGK	DH
3301404	CH4 (g)	0.000E-01	-94.151	41.620	-61.000
3301403	CO2 (g)	1.552E-03	-2.809	18.173	-0.530
3300021	O2 (g)	8.721E-30	-29.059	-86.454	133.830

PART 4 of OUTPUT FILE

PC MINTEQA2 v3.10 DATE OF CALCULATIONS: 20-OCT-95 TIME: 13:26:19

PERCENTAGE DISTRIBUTION OF COMPONENTS AMONG
TYPE I and TYPE II (dissolved and adsorbed) species

Pb+2	41.4	PERCENT BOUND IN SPECIES # 500	Pb+2
	6.2	PERCENT BOUND IN SPECIES #6003300	PbOH +
	46.3	PERCENT BOUND IN SPECIES #6001401	PbCO3 Aq
	5.2	PERCENT BOUND IN SPECIES #6001402	PbHCO3 +
UO2+2	2.8	PERCENT BOUND IN SPECIES #8933300	UO2OH +1
	62.7	PERCENT BOUND IN SPECIES #8931400	UO2CO3 Aq
	33.8	PERCENT BOUND IN SPECIES #8931401	UO2CO3)2-2
H4SiO4	99.9	PERCENT BOUND IN SPECIES # 770	H4SiO4
Al+3	8.4	PERCENT BOUND IN SPECIES # 303301	Al(OH)2 +
	5.9	PERCENT BOUND IN SPECIES # 303302	Al(OH)4 -
	85.7	PERCENT BOUND IN SPECIES # 303303	Al(OH)3 Aq
Fe+3	90.6	PERCENT BOUND IN SPECIES #2813301	FeOH2 +
	8.6	PERCENT BOUND IN SPECIES #2813302	FeOH3 Aq
Mg+2	99.2	PERCENT BOUND IN SPECIES # 460	Mg+2
Ca+2	99.2	PERCENT BOUND IN SPECIES # 150	Ca+2
Na+1	100.0	PERCENT BOUND IN SPECIES # 500	Na+1
K+1	100.0	PERCENT BOUND IN SPECIES # 410	K+1
Cl-1	100.0	PERCENT BOUND IN SPECIES # 180	Cl-1
NO3-1	100.0	PERCENT BOUND IN SPECIES # 492	NO3-1
SO4-2	98.0	PERCENT BOUND IN SPECIES # 732	SO4-2
	1.5	PERCENT BOUND IN SPECIES #1507320	CaSO4 Aq
CO3-2	80.6	PERCENT BOUND IN SPECIES #3301400	HCO3 -
	19.2	PERCENT BOUND IN SPECIES #3301401	H2CO3 Aq
Cr(OH)2+	60.4	PERCENT BOUND IN SPECIES # 211	Cr(OH)2+
	3.3	PERCENT BOUND IN SPECIES #2113301	Cr(OH)+2
	36.2	PERCENT BOUND IN SPECIES #2113302	Cr(OH)3 Aq
Mn+3	100.0	PERCENT BOUND IN SPECIES # 471	Mn+3
Ni+2	66.4	PERCENT BOUND IN SPECIES # 540	Ni+2
	1.6	PERCENT BOUND IN SPECIES #5401400	NiHCO3 +
	31.6	PERCENT BOUND IN SPECIES #5401401	NiCO3 Aq
Cu+2	35.7	PERCENT BOUND IN SPECIES # 231	Cu+2
	12.3	PERCENT BOUND IN SPECIES #2311400	CuCO3 Aq
	2.7	PERCENT BOUND IN SPECIES #2313300	CuOH +
	46.1	PERCENT BOUND IN SPECIES #2313301	Cu(OH)2 Aq
	2.8	PERCENT BOUND IN SPECIES #2311402	CuHCO3 +
Zn+2	95.7	PERCENT BOUND IN SPECIES # 950	Zn+2

	1.9	PERCENT BOUND IN SPECIES #9501400	ZnHCO3 +
	1.2	PERCENT BOUND IN SPECIES #9501401	ZnCO3 AQ
Cd+2	15.1	PERCENT BOUND IN SPECIES # 160	Cd+2
	1.9	PERCENT BOUND IN SPECIES #1601400	CdHCO3 +
	1.5	PERCENT BOUND IN SPECIES #1601401	CdCO3 AQ
Ba+2	100	PERCENT BOUND IN SPECIES # 100	Ba+2
H2O	1.4	PERCENT BOUND IN SPECIES #3300920	OH-
	4.7	PERCENT BOUND IN SPECIES # 303301	Al(OH)2 +
	8.6	PERCENT BOUND IN SPECIES # 303302	Al(OH)4 -
	72.2	PERCENT BOUND IN SPECIES # 303303	Al(OH)3 AQ
	11.7	PERCENT BOUND IN SPECIES #2813301	FeOH2 +
	1.7	PERCENT BOUND IN SPECIES #2813302	FeOH3 AQ
	1.3	PERCENT BOUND IN SPECIES #2313301	Cu(OH)2 AQ
E-1			
H+1	68.2	PERCENT BOUND IN SPECIES #3301400	HCO3 -
	32.5	PERCENT BOUND IN SPECIES #3301401	H2CO3 AQ

PART 5 of OUTPUT FILE

PC MINTEQA2 v3.10 DATE OF CALCULATIONS: 20-OCT-95 TIME: 13:26:19

 ----- EQUILIBRATED MASS DISTRIBUTION -----

IDX	NAME	DISSOLVED		SORBED		PRECIPITATED	
		MOL/KG	PERCENT	MOL/KG	PERCENT	MOL/KG	PERCENT
600	Pb+2	2.413E-09	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
893	UO2+2	2.518E-10	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
770	H+SiO4	2.112E-04	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
30	Al+3	7.784E-07	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
281	Fe+3	1.791E-07	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
460	Mg+2	3.167E-05	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
150	Ca+2	1.048E-04	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
500	Na+1	2.001E-04	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
410	K+1	2.558E-07	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
180	Cl-1	6.742E-05	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
492	NO3-1	5.968E-05	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
732	SO4-2	4.279E-05	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
140	CO3-2	2.956E-04	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
211	Cr(OH)2+	1.163E-09	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
471	Mn+3	1.456E-08	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
540	Ni+2	6.814E-09	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
231	Cu+2	3.934E-08	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
950	Zn+2	5.048E-08	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
160	Cd+2	4.449E-10	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
100	Ba+2	2.461E-08	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
2	H2O	2.769E-06	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
1	E-1	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0
330	H+1	3.496E-04	100.0	0.000E-01	0.0	0.000E-01	0.0

Charge Balance: SPECIATED

Sum of CATIONS = 4.719E-04 Sum of ANIONS 4.498E-04

PERCENT DIFFERENCE = 2.401E+00 (ANIONS - CATIONS)/(ANIONS + CATIONS)

EQUILIBRIUM IONIC STRENGTH (m) = 6.384E-04

EQUILIBRIUM pH = 6.920

EQUILIBRIUM pe = 7.429 or Eh = 425.00 mv

DATE ID NUMBER: 951020

TIME ID NUMBER: 13261919

Saturation indices and stoichiometry of all minerals

ID #	NAME	Sat. Index	Stoichiometry in [brackets]			
2089300	UO3 (C)	-7.103	[-2.000]	330	[1.000]	893 [1.000] 2
2089301	GUMMITE	-9.879	[-2.000]	330	[1.000]	893 [1.000] 2
2089302	B-UO2(OH)2	-4.789	[-2.000]	330	[1.000]	893 [2.000] 2
2089303	SCHOEPIITE	-4.607	[-2.000]	330	[1.000]	893 [3.000] 2
5089300	RUTHERFORDIN	-5.439	[1.000]	893	[1.000]	140
2015000	URANOPHANE	-12.840	[-6.000]	330	[2.000]	893 [1.000] 150
			[2.000]	770		
5189300	UO2NO3)2	-34.087	[1.000]	893	[2.000]	492
5189301	UO2NO3.2H2O	-26.218	[1.000]	893	[2.000]	492 [2.000] 2
5189302	UO2NO3.3H2O	-24.918	[1.000]	893	[2.000]	492 [3.000] 2
5189303	UO2NO3.6H2O	-23.397	[1.000]	893	[2.000]	492 [6.000] 2
2003000	ALOH3(A)	-1.230	[1.000]	30	[3.000]	2 [-3.000] 330
6003000	ALOH5O4	-5.213	[-1.000]	330	[1.000]	30 [1.000] 732
			[1.000]	2		
6003001	AL4(OH)10SO4	-1.671	[-10.000]	330	[4.000]	30 [1.000] 732
			[10.000]	2		
6041000	ALUM K	-21.044	[1.000]	410	[1.000]	30 [2.000] 732
			[12.000]	2		
6041001	ALUNITE	-5.302	[1.000]	410	[3.000]	30 [2.000] 732
			[6.000]	2	[-6.000]	330
6015000	ANHYDRITE	-3.916	[1.000]	150	[1.000]	732
5015000	ARAGONITE	-2.923	[1.000]	150	[1.000]	140
5046000	ARTINITE	-12.722	[-2.000]	330	[2.000]	460 [1.000] 140
			[5.000]	2		
6010000	BARITE	-1.952	[1.000]	100	[1.000]	732
2003001	BOEHMITE	0.545	[-3.000]	330	[1.000]	30 [2.000] 2
2046000	BRUCITE	-8.148	[1.000]	460	[2.000]	2 [-2.000] 330
5015001	CALCITE	-2.751	[1.000]	150	[1.000]	140
2077000	CHALCEDONY	-0.037	[-2.000]	2	[1.000]	770
8646000	CHRYSOTILE	-12.982	[-6.000]	330	[3.000]	460 [2.000] 770
			[1.000]	2		
8246000	CLINOENSTITE	-6.224	[-1.000]	2	[1.000]	460 [1.000] 770
			[-2.000]	330		
2077001	CRISTOBALITE	0.049	[-2.000]	2	[1.000]	770
2003002	DIASPORE	2.337	[-3.000]	330	[1.000]	30 [2.000] 2
8215000	DIOPSIDE	-8.945	[-2.000]	2	[1.000]	150 [1.000] 460
			[2.000]	770	[-4.000]	330
5015002	DOLOMITE	-6.075	[1.000]	150	[1.000]	460 [2.000] 140
6046000	EPSOMITE	-6.769	[1.000]	460	[1.000]	732 [7.000] 2
8646003	SEPIOLITE(C)	-9.043	[-0.500]	2	[2.000]	460 [3.000] 770
			[-4.000]	330		
2028100	FERRIHYDRITE	0.837	[-3.000]	330	[1.000]	281 [3.000] 2
4128100	FE(OH)2.7CL.3	5.497	[-2.700]	330	[1.000]	281 [2.700] 2
			[0.300]	180		

ID #	NAME	Sat. Index	Stoichiometry in [brackets]			
6028100	FE2(SO4)3	-48.277	[2.000]	281	[3.000]	732
8046000	FORSTERITE	-14.606	[-4.000]	330	[2.000]	460 [1.000] 770
2003002	GIBBSITE (C)	0.486	[-3.000]	330	[1.000]	30 [3.000] 2
3003000	Al2O3	-3.332	[2.000]	30	[3.000]	2 [-6.000] 330
2028102	GOETHITE	4.927	[-3.000]	330	[1.000]	281 [2.000] 2
6015001	GYPSUM	-3.605	[1.000]	150	[1.000]	732 [2.000] 2
4150000	HALITE	-3.454	[1.000]	500	[1.000]	180
3028100	HEMATITE	14.816	[-6.000]	330	[2.000]	281 [3.000] 2
5015002	HUNTITE	-16.931	[3.000]	460	[1.000]	150 [4.000] 140
5046001	HYDRMAGNESIT	-30.023	[5.000]	460	[4.000]	140 [-2.000] 330
			[6.000]	2		
6050000	JAROSITE NA	-5.662	[-6.000]	330	[1.000]	500 [3.000] 281
			[2.000]	732	[6.000]	2
6041002	JAROSITE K	-4.833	[-6.000]	330	[1.000]	410 [3.000] 281
			[2.000]	732	[6.000]	2
6028101	JAROSITE H	-8.443	[-5.000]	330	[3.000]	281 [2.000] 732
			[7.000]	2		
8450000	MAGADIITE	-8.219	[-1.000]	330	[-9.000]	2 [1.000] 500
			[7.000]	770		
3028101	MAGHEMITE	5.190	[-6.000]	330	[2.000]	281 [3.000] 2
5046002	MAGNESITE	-3.819	[1.000]	460	[1.000]	140
6050001	MIRABILITE	-10.262	[2.000]	500	[1.000]	732 [10.000] 2
3050000	NATRON	-12.861	[2.000]	500	[1.000]	140 [10.000] 2
5046003	NESQUEHONITE	-6.217	[1.000]	460	[1.000]	140 [3.000] 2
8646001	PHLOGOPITE	-41.474	[-10.000]	330	[1.000]	410 [3.000] 460
			[1.000]	30	[3.000]	770
2077002	QUARTZ	0.485	[-2.000]	2	[1.000]	770
8646004	SEPIOLITE(A)	-11.230	[-0.500]	2	[2.000]	460 [3.000] 770
			[-4.000]	330		
2077003	SIO2(A,GL)	-0.547	[-2.000]	2	[1.000]	770
2077004	SIO2(A,PT)	-0.868	[-2.000]	2	[1.000]	770
8646002	TALC	-10.765	[-4.000]	2	[3.000]	460 [4.000] 770
			[-6.000]	330		
6050002	THENARDITE	-11.684	[2.000]	500	[1.000]	732
5050001	THERMONATR	-14.759	[2.000]	500	[1.000]	140 [1.000] 2
8215001	TREMOLITE	-22.301	[-8.000]	2	[2.000]	150 [5.000] 460
			[8.000]	770	[-14.000]	330
5010000	WITHERITE	-6.206	[1.000]	100	[1.000]	140
2047000	PYROLUSITE	10.573	[-4.000]	330	[-1.000]	1 [1.000] 471
			[2.000]	2		
2047001	BIRNESSITE	9.070	[-4.000]	330	[-1.000]	1 [1.000] 471
			[2.000]	2		
2047002	NSUTITE	9.657	[-4.000]	330	[-1.000]	1 [1.000] 471
			[2.000]	2		
3047100	BIXBYITE	25.856	[-6.000]	330	[2.000]	471 [3.000] 2
2047100	MANGANITE	13.050	[-3.000]	330	[1.000]	471 [2.000] 2
6047100	MN2(SO4)3	-24.437	[2.000]	471	[3.000]	732
4123100	MELANOTHALLI.	-20.305	[1.000]	231	[2.000]	180
5023100	CUCO3	-5.413	[1.000]	231	[1.000]	140
2023100	CUC(OH)2	-3.081	[-2.000]	330	[1.000]	231 [2.000] 2
4123101	ATACAMITE	-7.032	[-3.000]	330	[2.000]	231 [3.000] 2
			[1.000]	180		

ID #	NAME	Sat. Index	Stoichiometry in {brackets}			
5123100	CU2(OH)3NO3	-8.951	{ -3.000} 330	{ 2.000} 231	{ 3.000}	2
			[1.000] 492			
6023100	ANTLERITE	-8.741	{ -4.000} 330	{ 3.000} 231	{ 4.000}	2
			[1.000] 732			
6023101	BROCHANTITE	-9.852	{ -6.000} 330	{ 4.000} 231	{ 6.000}	2
			[1.000] 732			
6023102	LANGITE	-12.289	{ -6.000} 330	{ 4.000} 231	{ 7.000}	2
			[1.000] 732			
2023101	TENOITE	-2.061	{ -2.000} 330	{ 1.000} 231	{ 1.000}	2
6023103	CUUCUSO4	-18.805	{ -2.000} 330	{ 2.000} 231	{ 1.000}	2
			[1.000] 732			
6023104	CUSO4	-15.790	{ 1.000} 231	{ 1.000} 732		
6023105	CHALCANTHITE	-9.652	{ 1.000} 231	{ 1.000} 732	{ 5.000}	2
2023102	DIOPTASE	-4.460	{ -2.000} 330	{ 1.000} 231	{ 1.000}	770
3023100	CUPRICFERIT	10.671	{ -8.000} 330	{ 1.000} 231	{ 2.000}	281
			[4.000] 2			
95000	ZN METAL	-48.896	{ 1.000} 950	{ 2.000}	1	
4195000	ZNCL2	-23.198	{ 1.000} 950	{ 2.000}	180	
5095000	SMITHSONITE	-4.616	{ 1.000} 950	{ 1.000}	140	
5095001	ZNCO3, 1H2O	-4.247	{ 1.000} 950	{ 1.000} 140	{ 1.000}	2
2095000	ZN(OH)2 (A)	-5.975	{ -2.000} 330	{ 1.000} 950	{ 2.000}	2
2095001	ZN(OH)2 (C)	-5.725	{ -2.000} 330	{ 1.000} 950	{ 2.000}	2
2095002	ZN(OH)2 (B)	-5.275	{ -2.000} 330	{ 1.000} 950	{ 2.000}	2
2095003	ZN(OH)2 (G)	-5.235	{ -2.000} 330	{ 1.000} 950	{ 2.000}	2
2095004	ZN(OH)2 (E)	-5.025	{ -2.000} 330	{ 1.000} 950	{ 2.000}	2
4195001	ZN2(OH)3CL	-13.354	{ -3.000} 330	{ 2.000} 950	{ 3.000}	2
			[1.000] 180			
4195002	ZN5(OH)8CL2	-28.333	{ -8.000} 330	{ 5.000} 950	{ 8.000}	2
			[2.000] 180			
6095000	ZN2(OH)2SO4	-12.817	{ -2.000} 330	{ 2.000} 950	{ 2.000}	2
			[1.000] 732			
6095001	ZN4(OH)6SO4	-20.767	{ -6.000} 330	{ 4.000} 950	{ 6.000}	2
			[1.000] 732			
5195000	ZNNO3)2,6H2O	-19.141	{ 1.000} 950	{ 2.000} 492	{ 6.000}	2
2095005	ZNO(ACTIVE)	-4.835	{ -2.000} 330	{ 1.000} 950	{ 1.000}	2
2095006	ZINCITE	-5.210	{ -2.000} 330	{ 1.000} 950	{ 1.000}	2
6095002	ZN3O(SO4)2	-37.673	{ -2.000} 330	{ 3.000} 950	{ 2.000}	732
			[1.000] 2			
8295000	ZNSIO3	-0.586	{ -2.000} 330	{ -1.000} 2	{ 1.000} 950	
			[1.000] 770			
8095000	WILLEMITE	-6.887	{ -4.000} 330	{ 2.000} 950	{ 1.000}	770
6095003	ZINCOSITE	-15.280	{ 1.000} 950	{ 1.000} 732		
6095004	ZNSO4, 1H2O	-11.487	{ 1.000} 950	{ 1.000} 732	{ 1.000}	2
6095005	BIANCHITE	-10.031	{ 1.000} 950	{ 1.000} 732	{ 6.000}	2
6095006	GOSLARITE	-9.750	{ 1.000} 950	{ 1.000} 732	{ 7.000}	2
16000	CD METAL	-38.218	{ 1.000} 160	{ 2.000}	1	
16001	GAMMA CD	-38.322	{ 1.000} 160	{ 2.000}	1	
5016000	OTAVITE	-2.839	{ 1.000} 160	{ 1.000} 140		
4116000	CDCL2	-17.221	{ 1.000} 160	{ 2.000}	180	
4116001	CDCL2, 1H2O	-16.125	{ 1.000} 160	{ 2.000} 180	{ 1.000}	2
4116002	CDCL2,2.5H2O	-15.807	{ 1.000} 160	{ 2.000} 180	{ 2.500}	2

ID #	NAME	Sat. Index	Stoichiometry in [brackets]					
2016000	CD(OH)2 (A)	-9.830	[-2.000]	330	[1.000]	160	[2.000]	2
2016001	CD(OH)2 (C)	-9.233	[-2.000]	330	[1.000]	160	[2.000]	2
4116003	CDOHCL	-10.391	[-1.000]	330	[1.000]	160	[1.000]	2
			[1.000]	180				
6016000	CD3(OH)4SO4	-27.575	[-4.000]	330	[3.000]	160	[4.000]	2
			[1.000]	732				
6016001	CD3OH2(SO4)2	-29.992	[-2.000]	330	[3.000]	160	[2.000]	2
			[2.000]	732				
6016002	CD4(OH)6SO4	-28.998	[-6.000]	330	[4.000]	160	[6.000]	2
			[1.000]	732				
2016002	MONTEPONITE	-11.320	[-2.000]	330	[1.000]	160	[1.000]	2
8216000	CDSIO3	-8.732	[-1.000]	2	[1.000]	160	[1.000]	770
			[-2.000]	330				
6016003	CDSO4	-14.117	[1.000]	160	[1.000]	732		
6016004	CDSO4, 1H2O	-12.380	[1.000]	160	[1.000]	732	[1.000]	2
6016005	CDSO4, 2.7H2O	-12.084	[1.000]	160	[1.000]	732	[2.670]	2
	60000 PB METAL	-28.167	[1.000]	600	[2.000]		1	
4160000	COTUNNITE	-12.507	[1.000]	600	[2.000]		180	
4160002	PHOSGENITE	-13.799	[2.000]	600	[2.000]	180	[1.000]	140
5060000	CERRUSITE	-2.941	[1.000]	600	[1.000]		140	
2060000	MASSICOT	-8.538	[-2.000]	330	[1.000]	600	[1.000]	2
2060001	LITHARGE	-8.338	[-2.000]	330	[1.000]	600	[1.000]	2
2060002	PBO, .3H2O	-8.190	[-2.000]	330	[1.000]	600	[1.330]	2
5060001	PB2OCO3	-11.187	[-2.000]	330	[2.000]	600	[1.000]	2
			[1.000]	140				
6060000	LARNAKITE	-8.566	[-2.000]	330	[2.000]	600	[1.000]	732
			[1.000]	2				
6060001	PB3O2SO4	-14.812	[-4.000]	330	[3.000]	600	[1.000]	732
			[2.000]	2				
6060002	PB4O3SO4	-22.079	[-6.000]	330	[4.000]	600	[1.000]	732
			[3.000]	2				
5060002	PB3O2CO3	-18.289	[-4.000]	330	[3.000]	600	[1.000]	140
			[2.000]	2				
8260000	PBSIO3	-6.436	[-1.000]	2	[-2.000]	330	[1.000]	600
			[1.000]	770				
8060000	PB2SIO4	-14.502	[-4.000]	330	[2.000]	600	[1.000]	770
6060003	ANGLESITE	-5.633	[1.000]	600	[1.000]	732		
2060003	PLATTNERITE	-17.574	[-4.000]	330	[-2.000]	1	[1.000]	600
			[2.000]	2				
3060000	PB2O3	-22.762	[-6.000]	330	[-2.000]	1	[2.000]	600
			[3.000]	2				
3060001	MINIUM	-33.181	[-8.000]	330	[-2.000]	1	[3.000]	600
			[4.000]	2				
2060004	PB(OH)2 (C)	-3.708	[-2.000]	330	[1.000]	600	[2.000]	2
4160003	LAURIONITE	-6.936	[-1.000]	330	[1.000]	600	[1.000]	180
			[1.000]	2				
4160004	PB2(OH)3CL	-10.316	[-3.000]	330	[2.000]	600	[3.000]	2
			[1.000]	180				
5060003	HYDCERRUSITE	-10.133	[-2.000]	330	[3.000]	600	[2.000]	140
			[2.000]	2				
2060005	PE2O(OH)2	-16.619	[-4.000]	330	[2.000]	600	[3.000]	2

ID #	NAME	Sat. Index	Stoichiometry in [brackets]			
6050004	PB4(OH)6SO4	-20.205	{ -6.000} 330	{ 4.000} 600	{ 1.000} 732	
			[6.000] 2			
5054000	NICO3	-8.944	[1.000] 540	[1.000] 140		
2054000	NI(OH)2	-4.596	{ -2.000} 330	{ 1.000} 540	{ 2.000} 2	
6054000	NI4(OH)6SO4	-28.483	{ -6.000} 330	{ 4.000} 540	{ 1.000} 732	
			[6.000] 2			
2054001	BUNSENITE	-7.500	[-2.000] 330	[1.000] 540	[1.000] 2	
6054001	RETGERSITE	-10.753	[1.000] 540	[1.000] 732	[6.000] 2	
6054002	MORENOSITE	-10.388	[1.000] 540	[1.000] 732	[7.000] 2	
8054000	NI2SIO4	-8.155	{ -4.000} 330	{ 2.000} 540	{ 1.000} 770	
9450001	ANALCIME	-1.606	[1.000] 500	[1.000] 30	[2.000] 770	
			[-1.000] 2	[-4.000] 330		
8603000	HALLOYSITE	2.313	[2.000] 30	[2.000] 770	[1.000] 2	
			[-6.000] 330			
8603001	KAOLINITE	5.692	[2.000] 30	[2.000] 770	[1.000] 2	
			[-6.000] 330			
8415000	LEONHARDITE	10.891	[-1.000] 2	{ -16.000} 330	{ 2.000} 150	
			[8.000] 770	[4.000] 30		
8450002	LOW ALBITE	-1.019	[1.000] 500	[1.000] 30	[3.000] 770	
			[-4.000] 330	[-4.000] 2		
8450003	ANALBITE	-1.998	[1.000] 500	[1.000] 30	[3.000] 770	
			[-4.000] 330	[-4.000] 2		
8641000	MUSCOVITE	4.293	[1.000] 410	[3.000] 30	[3.000] 770	
			[-10.000] 330			
8415001	ANORTHITE	-5.085	[1.000] 150	[2.000] 30	[2.000] 770	
			[-8.000] 330			
8603002	PYROPHYLLITE	6.544	[2.000] 30	[4.000] 770	[-4.000] 2	
			[-6.000] 330			
8415002	LAUMONTITE	-0.963	[1.000] 150	[2.000] 30	[4.000] 770	
			[-8.000] 330			
8415003	WAIKAKITE	-5.689	[1.000] 150	[2.000] 30	[4.000] 770	
			[-8.000] 330	[-2.000] 2		
5023101	MALACHITE	-4.314	[2.000] 231	[2.000] 2	[1.000] 140	
			[-2.000] 330			
5023102	AZURITE	-7.820	[3.000] 231	[2.000] 2	[2.000] 140	
			[-2.000] 330			
2015000	LIME	-24.142	[-2.000] 330	[1.000] 150	[1.000] 2	
2015001	PORTLANDITE	-13.632	[-2.000] 330	[1.000] 150	[2.000] 2	
2046001	PERICLASE	-13.122	[-2.000] 330	[1.000] 460	[1.000] 2	
3046000	SPINEL	-9.616	[-8.000] 330	[1.000] 460	[2.000] 30	
			[4.000] 2			
3046001	MAG-FERRITE	2.439	[-8.000] 330	[1.000] 460	[2.000] 281	
			[4.000] 2			
8215002	WOLLASTONITE	-7.350	[-1.000] 2	[-2.000] 330	[1.000] 770	
			[1.000] 150			
8215003	P-WOLLSTANIT	-8.239	[-1.000] 2	[-2.000] 330	[1.000] 770	
			[1.000] 150			
8015001	CA-OLIVINE	-23.072	[-4.000] 330	[1.000] 770	[2.000] 150	
8015002	LARNITE	-24.627	[-4.000] 330	[1.000] 770	[2.000] 150	
8015007	CA3SIO5	-50.768	[-6.000] 330	[1.000] 770	[3.000] 150	
			[1.000] 2			

ID #	NAME	Sat. Index	Stoichiometry in [brackets]		
8015003	MONTICELLITE	-16.093	[-4.000] 330	[1.000] 770	[1.000] 150
			[1.000] 460		
8015005	AKERMINITE	-27.824	[-1.000] 2	[-6.000] 330	[2.000] 770
			[2.000] 150	[1.000] 460	
8015004	MERWINITE	-39.851	[-8.000] 330	[2.000] 770	[1.000] 460
			[3.000] 150		
8441000	KALSILITE	-7.094	[-4.000] 330	[1.000] 770	[1.000] 30
			[1.000] 410		
8441001	LEUCITE	-4.185	[-2.000] 2	[-4.000] 330	[2.000] 770
			[1.000] 30	[1.000] 410	
8441002	MICROCLINE	-1.810	[-4.000] 2	[-4.000] 330	[3.000] 770
			[1.000] 30	[1.000] 410	
8441003	H SANIDINE	-2.304	[-4.000] 2	[-4.000] 330	[3.000] 770
			[1.000] 30	[1.000] 410	
8450004	NEPHELINE	-5.688	[-4.000] 330	[1.000] 770	[1.000] 30
			[1.000] 500		
8015006	GEHLENITE	-24.127	[-10.000] 330	[2.000] 30	[1.000] 770
			[2.000] 150	[3.000] 2	
3028102	LEPIDOCROCIT	4.417	[-3.000] 330	[1.000] 281	[2.000] 2
8650000	NA-NONTRONIT	16.892	[-7.320] 330	[-2.680] 2	[0.330] 30
			[2.000] 281	[0.330] 500	[3.670] 770
8641002	K-NONTRONITE	16.982	[-7.320] 330	[-2.680] 2	[0.330] 30
			[2.000] 281	[0.330] 410	[3.670] 770
8615000	CA-NONTRONIT	23.828	[-7.320] 330	[-2.680] 2	[0.330] 30
			[2.000] 281	[0.167] 150	[3.670] 770
3646005	MG-NONTRONIT	23.441	[-7.320] 330	[-2.680] 2	[0.330] 30
			[2.000] 281	[0.167] 460	[3.670] 770
8646006	Montmorillon	5.881	[3.810] 770	[0.490] 460	[-6.760] 330
			[-3.240] 2	[0.220] 281	[-1.710] 30
4121100	CRCL3	-49.748	[1.000] 211	[3.000] 180	[2.000] 330
			[-2.000] 2		
3021101	MGR2O4	-8.276	[2.000] 211	[1.000] 460	[-4.000] 330
3021102	CR2O3	-1.400	[2.000] 211	[-2.000] 330	[-1.000] 2
2021102	CR(OH)3 (A)	-1.496	[1.000] 211	[1.000] 2	[-1.000] 330
2021101	CR(OH)3 (C)	-4.123	[1.000] 211	[1.000] 2	[-1.000] 330

PART 1 of OUTPUT FILE

PC MINTEQA2 v3.10 DATE OF CALCULATIONS: 20-OCT-95 TIME: 13:26:38

Geodocri. Stream Sample
G-1

 Temperature (Celsius): 18.38
 Units of concentration: MG/L
 Ionic strength to be computed.
 If specified, carbonate concentration represents total inorganic carbon.
 Do not automatically terminate if charge imbalance exceeds 30%
 Precipitation is allowed only for those solids specified as ALLOWED
 in the input file (if any).
 The maximum number of iterations is: 200
 The method used to compute activity coefficients is: Davies equation
 Intermediate output file

330	0.000E-01	-6.92	y
1	0.000E-01	-7.92	
770	1.605E+01	-3.73	y
30	1.990E-01	-6.35	y
281	7.000E-02	-6.75	y
460	1.300E+00	-4.59	y
150	4.200E+00	-3.98	y
500	2.400E+00	-3.86	y
410	1.400E+00	-6.59	y
180	2.190E+00	-4.32	y
492	4.850E+00	-3.94	y
732	5.480E+00	-4.32	y
140	3.952E+01	-3.30	y
211	4.000E-04	-8.33	y
471	2.600E-03	-7.62	y
540	1.000E-03	-8.07	y
231	1.600E-03	-7.69	y
950	9.400E-03	-7.32	y
160	5.000E-05	-9.21	y
100	6.300E-03	-7.73	y
600	1.800E-03	-8.54	y
893	1.000E-05	-7.96	y

H2O has been inserted as a COMPONENT

3	2		
	1	7.9227	0.0000
	330	6.9200	0.0000

INPUT DATA BEFORE TYPE MODIFICATIONS

ID	NAME	ACTIVITY GUESS	LOG GUESS	ANAL TOTAL
330	H+1	1.202E-07	-6.920	0.000E-01
1	E-1	1.202E-08	-7.920	0.000E-01
770	H4SiO4	1.862E-04	-3.730	1.605E+01
30	Al+3	4.467E-07	-6.350	1.990E-01
281	Fe+3	1.778E-07	-6.750	7.000E-02
460	Mg+2	2.570E-05	-4.590	1.300E+00
150	Ca+2	1.047E-04	-3.980	4.200E+00
500	Na+1	1.380E-04	-3.860	2.400E+00
410	K+1	2.570E-07	-6.590	1.400E+00

180	Cl-1	4.786E-05	-4.320	2.190E+00
492	NO3-1	1.148E-04	-3.940	4.850E+00
732	SO4-2	4.786E-05	-4.320	5.480E+00
140	CO3-2	5.012E-04	-3.300	3.952E+01
211	Cr(OH)2+	4.677E-09	-8.330	4.000E-04
471	Mn+3	2.399E-08	-7.620	2.600E-03
540	Ni+2	8.511E-09	-8.070	1.000E-03
231	Cu+2	2.042E-08	-7.690	1.600E-03
950	Zn+2	4.786E-08	-7.320	9.400E-03
160	Cd+2	6.166E-10	-9.210	5.000E-05
100	Ba+2	1.862E-08	-7.730	6.300E-03
600	Pb+2	2.884E-09	-8.540	1.800E-03
893	UO2+2	1.096E-08	-7.960	1.000E-05
2	H2O	1.000E+00	0.000	0.000E-01

Charge Balance: UNSPECIATED

Sum of CATIONS= 4.833E-04 Sum of ANIONS = 1.571E-03

PERCENT DIFFERENCE = 5.296E+01 (ANIONS - CATIONS)/(ANIONS + CATIONS)

```

-----
| IMPROVED ACTIVITY GUESSES PRIOR TO FIRST ITERATION: |
|   H4SiO4      Log activity guess:   -3.78      |
|   Al+3        Log activity guess:   -9.97      |
|   Fe+3        Log activity guess:  -14.12      |
|   SO4-2       Log activity guess:   -4.24      |
|   CO3-2       Log activity guess:   -6.77      |
|   Cr(OH)2+    Log activity guess:   -8.55      |
|   Cu+2        Log activity guess:   -7.63      |
|-----|

```

PARAMETERS OF THE COMPONENT MOST OUT OF BALANCE:

ITER	NAME	TOTAL MOL	DIFF FXN	LOG ACTVTY	RESIDUAL
0	Ba+2	4.588E-08	-2.725E-08	-7.73000	2.725E-08
1	Cd+2	4.449E-10	4.344E-13	-9.39742	3.899E-13
2	Ba+2	4.588E-08	6.309E-09	-7.33842	6.304E-09
3	Ba+2	4.588E-08	1.298E-11	-7.39439	8.394E-12
4	UO2+2	3.704E-11	6.936E-14	-14.09447	6.566E-14

Anal. Mol.

ID	NAME	ANAL MOL	CALC MOL	LOG ACTVTY	GAMMA	DIFF FXN
893	UO2+2	3.704E-11	9.137E-15	-14.09528	0.878850	-3.752E-19
600	Pb+2	8.688E-09	2.191E-09	-8.71551	0.878850	-2.732E-17
770	H4SiO4	1.670E-04	1.669E-04	-3.77748	1.000192	5.512E-15
30	Al+3	7.376E-06	1.439E-10	-9.96817	0.747840	-3.192E-15
281	Fe+3	1.254E-06	9.949E-15	-14.12843	0.747840	-3.242E-15
460	Mg+2	5.348E-05	5.282E-05	-4.33329	0.878850	-5.988E-13
150	Ca+2	1.048E-04	1.036E-04	-4.04092	0.878850	-1.173E-12
500	Na+1	1.044E-04	1.044E-04	-3.99551	0.968230	-2.954E-13
410	K+1	3.581E-05	3.580E-05	-4.46019	0.968230	-1.013E-13
180	Cl-1	6.178E-05	6.178E-05	-4.22320	0.968230	-1.749E-13
492	NO3-1	7.823E-05	7.823E-05	-4.12067	0.968230	-2.214E-13
732	SO4-2	5.705E-05	5.579E-05	-4.30950	0.878850	-6.317E-13
140	CO3-2	6.586E-04	1.868E-07	-6.78478	0.878850	-1.500E-12
211	Cr(OH)2+	4.651E-09	2.813E-09	-8.56490	0.968230	-9.678E-18
471	Mn+3	4.733E-08	4.733E-08	-7.45106	0.747840	-1.206E-15
540	Ni+2	1.703E-08	7.994E-09	-8.15332	0.878850	-9.142E-17
231	Cu+2	2.518E-08	7.613E-09	-8.17455	0.878850	-9.113E-17
950	Zn+2	1.438E-07	1.321E-07	-6.93509	0.878850	-1.514E-15
160	Cd+2	4.449E-10	4.050E-10	-9.44865	0.878850	-4.642E-18
100	Ba+2	4.588E-08	4.588E-08	-7.39451	0.878850	-5.194E-16
2	H2O	0.000E-01	-2.477E-05	-0.00001	1.000000	0.000E-01
330	H+1	0.000E-01	1.242E-07	-6.92000	0.968230	0.000E-01
1	E-1	0.000E-01	0.000E-01	-7.92270	0.968230	0.000E-01

act.

Type I - COMPONENTS AS SPECIES IN SOLUTION

ID	NAME	CALC MOL	ACTIVITY	LOG ACTVTY	GAMMA	NEW LOG ₂
330	H+1	1.242E-07	1.202E-07	-6.92000	0.96823	0.014
893	UO2+2	9.137E-15	8.030E-15	-14.09528	0.87885	0.056
770	H4SiO4	1.669E-04	1.669E-04	-3.77748	1.00019	0.000
30	Al+3	1.439E-10	1.076E-10	-9.96817	0.74784	0.126
281	Fe+3	9.949E-15	7.440E-15	-14.12843	0.74784	0.126
460	Mg+2	5.282E-05	4.642E-05	-4.33329	0.87885	0.056
150	Ca+2	1.036E-04	9.101E-05	-4.04092	0.87885	0.056
500	Na+1	1.044E-04	1.010E-04	-3.99551	0.96823	0.014
410	K+1	3.580E-05	3.466E-05	-4.46019	0.96823	0.014
180	Cl-1	6.178E-05	5.981E-05	-4.22320	0.96823	0.014
492	NO3-1	7.823E-05	7.574E-05	-4.12067	0.96823	0.014
732	SO4-2	5.579E-05	4.903E-05	-4.30950	0.87885	0.056
140	CO3-2	1.868E-07	1.641E-07	-6.78478	0.87885	0.056
211	Cr(OH)2+	2.813E-09	2.723E-09	-8.56490	0.96823	0.014
471	Mn+3	4.733E-08	3.540E-08	-7.45106	0.74784	0.126
540	Ni+2	7.994E-09	7.026E-09	-8.15332	0.87885	0.056
231	Cu+2	7.613E-09	6.690E-09	-8.17455	0.87885	0.056

160	Cd+2	4.050E-10	3.559E-10	-9.44865	0.87885	0.056
100	Ba+2	4.588E-08	4.032E-08	-7.39451	0.87885	0.056
600	Pb+2	2.191E-09	1.925E-09	-8.71551	0.87885	0.056

Type II - OTHER SPECIES IN SOLUTION OR ADSORBED

ID	NAME	CALC MOL	ACTIVITY	LOG ACTVTY	GAMMA	NEW LOGK
2117322	Cr2OH2SO4)S	8.688E-26	8.690E-26	-25.06098	1.00019	14.528
2117323	Cr2OH2SO4+2	8.547E-20	7.511E-20	-19.12428	0.87885	16.211
2117324	Cr2OH2SO42	2.187E-22	2.188E-22	-21.65998	1.00019	17.923
3300020	OH-	4.385E-08	4.246E-08	-7.37201	0.96823	-14.278
3307700	H3SiO4 -	1.063E-07	1.029E-07	-6.98738	0.96823	-10.116
3307701	H2SiO4 -2	6.762E-13	5.943E-13	-12.22598	0.87885	-22.232
4603300	MgOH +	3.006E-10	2.910E-10	-9.53610	0.96823	-12.109
4601400	MgCO3 AQ	6.361E-09	6.362E-09	-8.19638	1.00019	2.922
4601401	MgHCO3 +	2.725E-07	2.638E-07	-6.57865	0.96823	11.473
4607320	MgSO4 AQ	3.770E-07	3.770E-07	-6.42361	1.00019	2.219
1503300	CaOH +	9.438E-11	9.138E-11	-10.03914	0.96823	-12.904
1501400	CaHCO3 +	2.831E-07	3.709E-07	-6.43072	0.96823	11.329
1501401	CaCO3 AQ	1.790E-08	1.790E-08	-7.74706	1.00019	3.079
1507320	CaSO4 AQ	8.436E-07	8.437E-07	-6.07380	1.00019	2.277
5001400	NaCO3 -	2.020E-10	1.956E-10	-9.70861	0.96823	1.086
5001401	NaHCO3 AQ	2.397E-08	2.397E-08	-7.62030	1.00019	10.080
5007320	NaSO4 -	2.423E-08	2.346E-08	-7.62969	0.96823	0.689
4107320	KSO4 -	1.055E-08	1.021E-08	-7.99078	0.96823	0.793
303300	AlOH +2	5.699E-09	5.008E-09	-8.30032	0.87885	-5.196
303301	Al(OH)2 +	6.107E-07	5.913E-07	-6.22819	0.96823	-10.086
303302	Al(OH)4 -	5.690E-07	5.510E-07	-6.25888	0.96823	-23.957
307320	AlSO4 +	5.117E-12	4.954E-12	-11.30503	0.96823	2.987
307321	Al(SO4)2 -	1.924E-14	1.863E-14	-13.72973	0.96823	4.871
303303	Al(OH)3 AQ	6.190E-06	6.192E-06	-5.20820	1.00019	-16.000
2813300	FeOH +2	2.683E-10	2.358E-10	-9.62754	0.87885	-2.363
2817320	FeSO4 +	2.570E-15	2.488E-15	-14.60407	0.96823	3.848
2811900	FeCl +2	1.151E-17	1.012E-17	-16.99500	0.87885	1.413
2811801	FeCl2 +	3.708E-21	3.591E-21	-20.44482	0.96823	2.144
2811802	FeCl3 AQ	2.147E-26	2.148E-26	-25.66802	1.00019	1.130
2813301	FeOH2 +	1.137E-06	1.100E-06	-5.95845	0.96823	-5.656
2813302	FeOH3 AQ	1.075E-07	1.075E-07	-6.96846	1.00019	-13.600
2813303	FeOH4 -	9.237E-09	8.944E-09	-8.04847	0.96823	-21.586
2817321	Fe(SO4)2 -	3.848E-18	3.726E-18	-17.42877	0.96823	5.333
2813304	Fe2(OH)2+4	3.631E-18	2.166E-18	-17.66429	0.59657	-3.023
2813305	Fe3(OH)4+5	1.072E-21	4.782E-22	-21.32037	0.44614	-6.265
1003300	BaOH +	7.062E-15	6.838E-15	-14.16507	0.96823	-13.677
2311400	CuCO3 AQ	5.896E-09	5.897E-09	-8.22934	1.00019	6.730
2311401	Cu(CO3)2-2	1.387E-12	1.219E-12	-11.91412	0.87885	9.886
2311800	CuCl +	7.173E-13	6.945E-13	-12.15831	0.96823	0.253
2311801	CuCl2 AQ	2.025E-17	2.025E-17	-16.69359	1.00019	-0.073
2311802	CuCl3 -	3.787E-24	3.667E-24	-23.43574	0.96823	-2.578
2311803	CuCl4 -2	1.688E-30	1.483E-30	-29.82874	0.87885	-4.705
2313300	CuOH +	5.747E-10	5.565E-10	-9.25456	0.96823	-7.986
2313301	Cu(OH)2 AQ	9.668E-09	9.670E-09	-8.01457	1.00019	-13.680
2313302	Cu(OH)3 -	5.017E-15	4.858E-15	-14.31358	0.96823	-26.885
2313303	Cu(OH)4 -2	9.152E-21	8.043E-21	-20.09459	0.87885	-39.544
2313304	Cu2(OH)2+2	6.340E-14	5.572E-14	-13.25402	0.87885	-10.689
2317320	CuSO4 AQ	6.295E-11	6.296E-11	-10.20093	1.00019	2.281
2311402	CuHCO3 +	1.364E-09	1.320E-09	-8.87934	0.96823	13.014
9501800	ZnCl +	1.301E-11	1.259E-11	-10.89990	0.96823	0.272
9501801	ZnCl2 AQ	7.606E-16	7.608E-16	-15.11874	1.00019	0.263
9501802	ZnCl3 -	4.997E-20	4.839E-20	-19.31529	0.96823	0.303
9501803	ZnCl4 -2	1.524E-24	1.348E-24	-23.87033	0.87885	0.014
9503300	ZnOH +	5.543E-10	5.367E-10	-9.27028	0.96823	-9.241
9503301	Zn(OH)2 AQ	1.013E-10	1.014E-10	-9.99411	1.00019	-16.899
9503302	Zn(OH)3 -	2.754E-15	2.666E-15	-14.57412	0.96823	-28.385

9503303	Zn(OH)4 -2	3.999E-21	3.515E-21	-20.45413	0.87885	-41.143
9501804	ZnOHCl AQ	1.913E-12	1.913E-12	-11.71823	1.00019	-7.480
9507320	ZnSO4 AQ	1.246E-09	1.246E-09	-8.90455	1.00019	2.340
9507321	Zn(SO4)2-2	6.053E-13	5.320E-13	-12.27408	0.87885	3.336
9501400	ZnHCO3 +	5.945E-09	5.756E-09	-8.23987	0.96823	12.414
9501401	ZnCO3 AQ	3.802E-09	3.803E-09	-8.41987	1.00019	5.300
9501402	Zn(CO3)2-2	1.519E-11	1.335E-11	-10.87465	0.87885	9.686
1601800	CdCl +	2.038E-12	1.973E-12	-11.70484	0.96823	1.981
1601801	CdCl2 AQ	4.759E-16	4.760E-16	-15.32236	1.00019	2.573
1601802	CdCl3 -	1.618E-20	1.566E-20	-19.80516	0.96823	2.327
1601400	Cd(CO3)3-4	4.379E-24	2.612E-24	-23.58300	0.59657	6.444
1603300	CdOH +	1.308E-13	1.267E-13	-12.89726	0.96823	-10.355
1603301	Cd(OH)2 AQ	1.100E-16	1.100E-16	-15.95867	1.00019	-20.350
1603302	Cd(OH)3 -	1.060E-22	1.026E-22	-21.98868	0.96823	-33.286
1603303	Cd(OH)4 -2	8.658E-30	7.609E-30	-29.11869	0.87885	-47.294
1603304	Cd2OH +3	3.302E-22	2.469E-22	-21.60742	0.74784	-9.504
1601803	CdOHCl AQ	5.599E-15	5.600E-15	-14.25180	1.00019	-7.500
1604920	CdNO3 +	9.084E-14	8.795E-14	-13.05576	0.96823	0.528
1607320	CdSO4 AQ	4.764E-12	4.765E-12	-11.32194	1.00019	2.436
1601400	CdHCO3 +	1.822E-11	1.764E-11	-10.75343	0.96823	12.414
1601401	CdCO3 AQ	1.464E-11	1.464E-11	-10.83443	1.00019	5.399
1607321	Cd(SO4)2-2	3.079E-15	2.706E-15	-14.56764	0.87885	3.556
6001800	PbCl +	3.792E-12	3.671E-12	-11.43520	0.96823	1.518
6001801	PbCl2 AQ	4.114E-16	4.114E-16	-15.38570	1.00019	1.776
6001802	PbCl3 -	1.906E-20	1.845E-20	-19.73391	0.96823	1.665
6001803	PbCl4 -2	5.624E-25	4.942E-25	-24.30607	0.87885	1.358
6001400	Pb(CO3)2-2	2.576E-12	2.264E-12	-11.64508	0.87885	10.696
6003300	PbOH +	3.225E-10	3.122E-10	-9.50552	0.96823	-7.696
6003301	Pb(OH)2 AQ	1.010E-12	1.010E-12	-11.99553	1.00019	-17.120
6003302	Pb(OH)3 -	9.965E-17	9.648E-17	-16.01554	0.96823	-28.046
6003303	Pb2OH +3	1.800E-17	1.346E-17	-16.87103	0.74784	-6.234
6004920	PbNO3 +	2.228E-12	2.157E-12	-11.66518	0.96823	1.184
6007320	PbSO4 AQ	5.308E-11	5.309E-11	-10.27501	1.00019	2.750
6003304	Pb3(OH)4+2	1.336E-23	1.174E-23	-22.93038	0.87885	-24.408
6001401	PbCO3 AQ	5.491E-09	5.492E-09	-8.26030	1.00019	7.240
6003305	Pb(OH)4 -2	2.097E-21	1.843E-21	-20.73455	0.87885	-39.643
6007321	Pb(SO4)2-2	1.554E-14	1.366E-14	-13.86451	0.87885	3.526
6001402	PbHCO3 +	6.219E-10	6.021E-10	-9.22030	0.96823	13.214
5401800	NiCl +	1.088E-12	1.053E-12	-11.97751	0.96823	0.413
5403300	NiOH +	4.437E-12	4.296E-12	-11.36695	0.96823	-10.120
5403301	Ni(OH)2 AQ	4.859E-14	4.860E-14	-13.31334	1.00019	-19.000
5403302	Ni(OH)3 -	4.175E-18	4.043E-18	-17.39335	0.96823	-29.986
5407320	NiSO4 AQ	6.217E-11	6.219E-11	-10.20630	1.00019	2.256
5401801	NiCl2 AQ	2.292E-16	2.292E-16	-15.63971	1.00019	0.960
5401400	NiHCO3 +	4.226E-10	4.092E-10	-9.38810	0.96823	12.484
5401401	NiCO3 AQ	8.547E-09	8.549E-09	-8.06810	1.00019	6.870
5401402	Ni(CO3)2-2	2.775E-12	2.438E-12	-11.61289	0.87885	10.166
5407321	Ni(SO4)2-2	2.013E-16	1.769E-16	-15.75231	0.87885	1.076
3301400	HCO3 -	5.302E-04	5.133E-04	-3.28962	0.96823	10.429
3301401	H2CO3 AQ	1.275E-04	1.276E-04	-3.89428	1.00019	16.730
3307320	HSO4 -	4.658E-10	4.510E-10	-9.34583	0.96823	1.898
8933300	UO2OH +1	3.339E-13	3.233E-13	-12.49036	0.96823	-5.301
8933301	UO2)2OH2+2	6.841E-21	6.012E-21	-20.22096	0.87885	-5.814
8933302	UO2)3OH5+1	1.523E-24	1.475E-24	-23.83132	0.96823	-16.131
8931400	UO2CO3 AQ	1.600E-11	1.601E-11	-10.79573	1.00019	10.084
8931401	UO2CO3)2-2	2.042E-11	1.795E-11	-10.74604	0.87885	16.975
8931402	UO2CO3)3-4	2.250E-13	1.342E-13	-12.87221	0.59657	21.802
8931800	UO2Cl +1	7.734E-19	7.488E-19	-18.12564	0.96823	0.207
8937320	UO2SO4 AQ	1.643E-16	1.643E-16	-15.78430	1.00019	2.620
8937321	UO2SO4)2-2	2.642E-19	2.322E-19	-18.63423	0.87885	4.136
8937700	UO2HSiO4	4.584E-14	4.439E-14	-13.35276	0.96823	-2.386
2113300	Cr+3	6.095E-13	4.558E-13	-12.34119	0.74784	10.190
2113301	Cr(OH)+2	1.553E-10	1.365E-10	-9.86489	0.87885	5.676
2113302	Cr(OH)3 AQ	1.679E-09	1.679E-09	-8.77491	1.00019	-7.130
2113303	Cr(OH)4-	1.378E-13	1.334E-13	-12.87492	0.96823	-18.136
2113304	CrO2-	3.496E-11	3.285E-11	-12.47050	0.96823	-17.732

ID #	NAME	Sat. Index	Stoichiometry in [brackets]					
6060004	PB4(OH)6SO4	-20.339	[-6.000]	330	[4.000]	600	[1.000]	732
			[6.000]	2				
5054000	NICO3	-8.941	[1.000]	540	[1.000]	140		
2054000	NI(OH)2	-4.587	[-2.000]	330	[1.000]	540	[2.000]	2
6054000	NI4(OH)6SO4	-28.433	[-6.000]	330	[4.000]	540	[1.000]	732
			[6.000]	2				
2054001	BUNSENITE	-7.792	[-2.000]	330	[1.000]	540	[1.000]	2
6054001	RETGERSITE	-10.392	[1.000]	540	[1.000]	732	[6.000]	2
6054002	MORENOSITE	-10.019	[1.000]	540	[1.000]	732	[7.000]	2
8054000	NI2SIO4	-8.551	[-4.000]	330	[2.000]	540	[1.000]	770
8450001	ANALCIME	-2.074	[1.000]	500	[1.000]	30	[2.000]	770
			[-1.000]	2	[-4.000]	330		
8603000	HALLOYSITE	2.137	[2.000]	30	[2.000]	770	[1.000]	2
			[-6.000]	330				
8603001	KAOLINITE	5.532	[2.000]	30	[2.000]	770	[1.000]	2
			[-6.000]	330				
8415000	LEONHARDITE	9.236	[-1.000]	2	[-16.000]	330	[2.000]	150
			[8.000]	770	[4.000]	30		
8450002	LOW ALBITE	-1.531	[1.000]	500	[1.000]	30	[3.000]	770
			[-4.000]	330	[-4.000]	2		
8450003	ANALBITE	-2.520	[1.000]	500	[1.000]	30	[3.000]	770
			[-4.000]	330	[-4.000]	2		
8641000	MUSCOVITE	5.421	[1.000]	410	[3.000]	30	[3.000]	770
			[-10.000]	330				
8415001	ANORTHITE	-5.887	[1.000]	150	[2.000]	30	[2.000]	770
			[-8.000]	330				
8603002	PYROPHYLLITE	6.385	[2.000]	30	[4.000]	770	[-4.000]	2
			[-6.000]	330				
8415002	LAUMONTITE	-1.819	[1.000]	150	[2.000]	30	[4.000]	770
			[-8.000]	330				
8415003	WAIRAKITE	-6.593	[1.000]	150	[2.000]	30	[4.000]	770
			[-8.000]	330	[-2.000]	2		
5023101	MALACHITE	-4.188	[2.000]	231	[2.000]	2	[1.000]	140
			[-2.000]	330				
5023102	AZURITE	-7.562	[3.000]	231	[2.000]	2	[2.000]	140
			[-2.000]	330				
2015000	LIME	-24.824	[-2.000]	330	[1.000]	150	[1.000]	2
2015001	PORTLANDITE	-14.256	[-2.000]	330	[1.000]	150	[2.000]	2
2046001	PERICLASE	-13.789	[-2.000]	330	[1.000]	460	[1.000]	2
3046000	SPINEL	-10.380	[-8.000]	330	[1.000]	460	[2.000]	30
			[4.000]	2				
3046001	MAG-FERRITE	1.274	[-8.000]	330	[1.000]	460	[2.000]	281
			[4.000]	2				
8215002	WOLLASTONITE	-7.997	[-1.000]	2	[-2.000]	330	[1.000]	770
			[1.000]	150				
8215003	P-WOLLSTANIT	-8.892	[-1.000]	2	[-2.000]	330	[1.000]	770
			[1.000]	150				
8015001	CA-OLIVINE	-24.360	[-4.000]	330	[1.000]	770	[2.000]	150
8015002	LARNITE	-25.925	[-4.000]	330	[1.000]	770	[2.000]	150
8015007	CA3SIO5	-52.758	[-6.000]	330	[1.000]	770	[3.000]	150
			[1.000]	2				

ID #	NAME	Sat. Index	Stoichiometry in [brackets]		
8015003	MONTICELLITE	-17.374	[-4.000] 330	[1.000] 770	[1.000] 150
			[1.000] 460		
8015005	AKERMINITE	-29.791	[-1.000] 2	[-6.000] 330	[2.000] 770
			[2.000] 150	[1.000] 460	
8015004	MERWINITE	-42.442	[-8.000] 330	[2.000] 770	[1.000] 460
			[3.000] 150		
8441000	KALSILITE	-5.824	[-4.000] 330	[1.000] 770	[1.000] 30
			[1.000] 410		
8441001	LEUCITE	-2.953	[-2.000] 2	[-4.000] 330	[2.000] 770
			[1.000] 30	[-1.000] 410	
8441002	MICROCLINE	-0.607	[-4.000] 2	[-4.000] 330	[3.000] 770
			[1.000] 30	[1.000] 410	
8441003	H SANIDINE	-1.108	[-4.000] 2	[-4.000] 330	[3.000] 770
			[1.000] 30	[1.000] 410	
8450004	NEPHELINE	-6.129	[-4.000] 330	[1.000] 770	[1.000] 30
			[1.000] 500		
8015006	GEHLENITE	-25.543	[-10.000] 330	[2.000] 30	[1.000] 770
			[2.000] 150	[3.000] 2	
3028102	LEPIDOCROCIT	4.224	[-3.000] 330	[1.000] 281	[2.000] 2
8650000	NA-NONTRONIT	16.185	[-7.320] 330	[-2.580] 2	[0.330] 30
			[2.000] 281	[0.330] 500	[3.670] 770
8641002	K-NONTRONITE	16.835	[-7.320] 330	[-2.680] 2	[0.330] 30
			[2.000] 281	[0.330] 410	[3.670] 770
8615000	CA-NONTRONIT	23.137	[-7.320] 330	[-2.680] 2	[0.330] 30
			[2.000] 281	[0.167] 150	[3.670] 770
8646005	MG-NONTRONIT	22.747	[-7.320] 330	[-2.680] 2	[0.330] 30
			[2.000] 281	[0.167] 460	[3.670] 770
8646006	Montmorillon	5.418	[3.810] 770	[0.490] 460	[-6.760] 330
			[-3.240] 2	[0.220] 281	[1.710] 30
4121100	CRCL3	-49.279	[1.000] 211	[3.000] 180	[2.000] 330
			[-2.000] 2		
3021101	MGCR2O4	-9.267	[2.000] 211	[1.000] 460	[-4.000] 330
3021102	CR2O3	-1.755	[2.000] 211	[-2.000] 330	[-1.000] 2
2021102	CR(OH)3 (A)	-1.651	[1.000] 211	[1.000] 2	[-1.000] 330
2021101	CR(OH)3 (C)	-4.305	[1.000] 211	[1.000] 2	[-1.000] 330

PART 1 of OUTPUT FILE

PC MINTEQA2 v3.10 DATE OF CALCULATIONS: 20-OCT-95 TIME: 13:26:50

Geodoori, Stream Sample
G-2

 Temperature (Celsius): 16.20
 Units of concentration: MG/L
 Ionic strength to be computed.
 If specified, carbonate concentration represents total inorganic carbon.
 Do not automatically terminate if charge imbalance exceeds 30%
 Precipitation is allowed only for those solids specified as ALLOWED
 in the input file (if any).
 The maximum number of iterations is: 200
 The method used to compute activity coefficients is: Davies equation
 Intermediate output file

330	0.000E-01	-6.27	y
1	0.000E-01	-8.41	
770	1.869E+01	-3.73	y
30	4.300E-02	-6.35	y
281	3.000E-02	-6.75	y
460	1.690E+00	-4.59	y
150	1.040E+01	-3.98	y
500	3.000E+00	-3.86	y
410	2.200E+00	-6.59	y
180	3.190E+00	-4.32	y
492	1.716E+01	-3.94	y
732	1.563E+01	-4.32	y
140	1.023E+01	-3.30	y
211	5.300E-04	-8.33	y
471	3.900E-03	-7.62	y
540	1.100E-03	-8.07	y
231	1.500E-03	-7.69	y
950	3.900E-03	-7.32	y
160	2.000E-05	-9.21	y
100	1.140E-02	-7.73	y
600	1.600E-03	-8.54	y
893	1.000E-05	-7.96	y

. H2O has been inserted as a COMPONENT

3	2		
1	8.4132	0.0000	
330	6.2700	0.0000	

INPUT DATA BEFORE TYPE MODIFICATIONS

ID	NAME	ACTIVITY GUESS	LOG GUESS	ANAL TOTAL
330	H+1	5.370E-07	-6.270	0.000E-01
1	E-1	3.890E-09	-8.410	0.000E-01
770	H4SiO4	1.862E-04	-3.730	1.869E+01
30	Al+3	4.467E-07	-6.350	4.300E-02
281	Fe+3	1.778E-07	-6.750	3.000E-02
460	Mg+2	2.570E-05	-4.590	1.690E+00
150	Ca+2	1.047E-04	-3.980	1.040E+01
500	Na+1	1.380E-04	-3.860	3.000E+00
410	K+1	2.570E-07	-6.590	2.200E+00

180	Cl-1	4.786E-05	-4.320	3.190E+00
492	NO3-1	1.148E-04	-3.940	1.716E+01
732	SO4-2	4.786E-05	-4.320	1.563E+01
140	CO3-2	5.012E-04	-3.300	1.023E+01
211	Cr(OH)2+	4.677E-09	-8.330	5.300E-04
471	Mn+3	2.399E-08	-7.620	3.900E-03
540	Ni+2	8.511E-09	-8.070	1.100E-03
231	Cu+2	2.042E-08	-7.690	1.500E-03
950	Zn+2	4.786E-08	-7.320	3.900E-03
160	Cd+2	6.166E-10	-9.210	2.000E-05
100	Ba+2	1.862E-08	-7.730	1.140E-02
600	Pb+2	2.884E-09	-8.540	1.600E-03
893	H2O2+2	1.095E-08	-7.960	1.000E-05
2	H2O	1.000E+00	0.000	0.000E-01

Charge Balance: UNSPECIATED

Sum of CATIONS= 8.518E-04 Sum of ANIONS = 1.033E-03

PERCENT DIFFERENCE = 9.622E+00 (ANIONS - CATIONS)/(ANIONS + CATIONS)

 IMPROVED ACTIVITY GUESSES PRIOR TO FIRST ITERATION: |

H4SiO4	Log activity guess:	-3.71
Al+3	Log activity guess:	-8.77
Fe+3	Log activity guess:	-13.15
SO4-2	Log activity guess:	-3.79
CO3-2	Log activity guess:	-8.24
Cr(OH)2+	Log activity guess:	-8.35
Cu+2	Log activity guess:	-7.63

PART 3 of OUTPUT FILE

PC MINTEQA2 v3.10 DATE OF CALCULATIONS: 20-OCT-95 TIME: 13:26:51

PARAMETERS OF THE COMPONENT MOST OUT OF BALANCE:

ITER	NAME	TOTAL MOL	DIFF FXN	LOG ACTVTY	RESIDUAL
0	Ba+2	8.301E-08	-6.439E-08	-7.73000	6.438E-08
1	Cd+2	1.780E-10	-8.205E-13	-9.77719	8.027E-13
2	Ba+2	8.301E-08	1.420E-08	-7.08086	1.419E-08
3	Ba+2	8.301E-08	5.336E-11	-7.14944	4.505E-11

ID	NAME	ANAL MOL	CALC MOL	LOG ACTVTY	GAMMA	DIFF FXN
893	UO2+2	3.704E-11	5.177E-13	-12.35479	0.853403	-1.054E-16
600	Pb+2	7.723E-09	6.285E-09	-8.27052	0.853403	-2.244E-13
770	H4SiO4	1.945E-04	1.944E-04	-3.71108	1.000294	2.628E-11
30	Al+3	1.594E-06	2.375E-09	-8.77923	0.699997	-5.135E-12
281	Fe+3	5.372E-07	9.732E-14	-13.16670	0.699997	-4.643E-12
460	Mg+2	6.952E-05	6.818E-05	-4.23517	0.853403	-2.398E-09
150	Ca+2	2.595E-04	2.539E-04	-3.66417	0.853403	-8.927E-09
500	Na+1	1.305E-04	1.304E-04	-3.90188	0.961144	-1.148E-09
410	K+1	5.627E-05	5.622E-05	-4.26730	0.961144	-4.951E-10
180	Cl-1	8.999E-05	8.998E-05	-4.06304	0.961144	-7.918E-10
492	NO3-1	2.768E-04	2.768E-04	-3.57509	0.961144	-2.435E-09
732	SO4-2	1.627E-04	1.559E-04	-3.87612	0.853403	-5.474E-09
140	CO3-2	1.705E-04	6.630E-09	-8.24731	0.853403	-7.154E-10
211	Cr(OH)2+	6.163E-09	4.394E-09	-8.37432	0.961144	-7.916E-14
471	Mn+3	7.099E-08	7.099E-08	-7.30371	0.699997	-5.622E-12
540	Ni+2	1.874E-08	1.760E-08	-7.82330	0.853403	-6.199E-13
231	Cu+2	2.361E-08	2.047E-08	-7.75770	0.853403	-7.272E-13
950	Zn+2	5.967E-08	5.772E-08	-7.30752	0.853403	-2.033E-12
160	Cd+2	1.780E-10	1.700E-10	-9.83849	0.853403	-5.992E-15
100	Ba+2	8.301E-08	8.301E-08	-7.14972	0.853403	-2.922E-12
2	H2O	0.000E-01	-5.376E-06	-0.00001	1.000000	0.000E-01
330	H+1	0.000E-01	5.587E-07	-6.27000	0.961144	0.000E-01
1	E-1	0.000E-01	0.000E-01	-8.41320	0.961144	0.000E-01

Type I - COMPONENTS AS SPECIES IN SOLUTION

ID	NAME	CALC MOL	ACTIVITY	LOG ACTVTY	GAMMA	NEW LOG
330	H+1	5.587E-07	5.370E-07	-6.27000	0.96114	0.017
893	UO2+2	5.177E-13	4.418E-13	-12.35479	0.85340	0.069
770	H4SiO4	1.944E-04	1.945E-04	-3.71108	1.00029	0.000
30	Al+3	2.375E-09	1.663E-09	-8.77923	0.70000	0.155
281	Fe+3	9.732E-14	6.812E-14	-13.16670	0.70000	0.155
460	Mg+2	6.818E-05	5.819E-05	-4.23517	0.85340	0.069
150	Ca+2	2.539E-04	2.167E-04	-3.66417	0.85340	0.069
500	Na+1	1.304E-04	1.253E-04	-3.90188	0.96114	0.017
410	K+1	5.622E-05	5.404E-05	-4.26730	0.96114	0.017
180	Cl-1	8.998E-05	8.649E-05	-4.06304	0.96114	0.017
492	NO3-1	2.768E-04	2.660E-04	-3.57509	0.96114	0.017
732	SO4-2	1.559E-04	1.330E-04	-3.87612	0.85340	0.069
140	CO3-2	6.630E-09	5.658E-09	-8.24731	0.85340	0.069
211	Cr(OH)2+	4.394E-09	4.224E-09	-8.37432	0.96114	0.017
471	Mn+3	7.099E-08	4.969E-08	-7.30371	0.70000	0.155
540	Ni+2	1.760E-08	1.502E-08	-7.82330	0.85340	0.069
231	Cu+2	2.047E-08	1.747E-08	-7.75770	0.85340	0.069
950	Zn+2	5.772E-08	4.926E-08	-7.30752	0.85340	0.069

160	Cj+2	1.700E-10	1.450E-10	-9.83349	0.85340	0.069
100	Ba+2	3.301E-03	7.084E-03	-7.14972	0.85340	0.069
600	Pb+2	6.285E-09	5.364E-09	-8.27052	0.85340	0.069

Type II - OTHER SPECIES IN SOLUTION OR ADSORBED

ID	NAME	CALC MOL	ACTIVITY	LOG ACTVTY	GAMMA	NEW LOGK
2117322	Cr2OH2SO4)S	3.063E-23	3.069E-23	-22.51306	1.00029	14.528
2117323	Cr2OH2SO4+2	1.146E-17	9.778E-18	-17.00974	0.85340	16.224
2117324	Cr2OH2SO4E	7.723E-20	7.726E-20	-19.11306	1.00029	17.929
3300020	OH-	9.811E-09	9.430E-09	-8.02549	0.96114	-14.278
3307700	H3SiO4 -	2.778E-08	2.670E-08	-7.57342	0.96114	-10.115
3307701	H2SiO4 -2	2.991E-14	3.106E-14	-13.46774	0.35340	-23.228
4603309	MgOH +	3.418E-11	3.091E-11	-10.09193	0.96114	-12.110
4601400	MgCO3 AQ	2.744E-10	2.745E-10	-9.56146	1.00029	2.921
4601401	MgHCO3 +	5.309E-03	5.103E-03	-7.29220	0.96114	11.477
4607320	MgSO4 AQ	1.281E-06	1.281E-06	-5.89248	1.00029	2.219
1503300	CaOH +	5.024E-11	4.829E-11	-10.31619	0.96114	-12.905
1501400	CaHCO3 +	1.414E-07	1.359E-07	-6.86674	0.96114	11.332
1501401	CaCO3 AQ	1.467E-09	1.467E-09	-8.83354	1.00029	3.078
1507320	CaSO4 AQ	5.443E-06	5.444E-06	-5.26406	1.00029	2.276
5001400	NaCO3 -	8.657E-12	8.321E-12	-11.07983	0.96114	1.087
5001401	NaHCO3 AQ	4.578E-09	4.579E-09	-8.33919	1.00029	10.080
5007320	NaSO4 -	8.208E-08	7.889E-08	-7.10297	0.96114	0.692
4107320	KSO4 -	4.486E-08	4.312E-08	-7.36532	0.96114	0.795
303300	AlOH +2	2.015E-08	1.720E-08	-7.76449	0.85340	-5.186
303301	Al(OH)2 +	4.764E-07	4.579E-07	-6.33926	0.96114	-10.033
303302	Al(OH)4 -	2.167E-08	2.082E-08	-7.68144	0.96114	-23.965
307320	AlSO4 +	2.157E-10	2.074E-10	-9.68328	0.96114	2.989
307321	Al(SO4)2 -	2.200E-12	2.115E-12	-11.67478	0.96114	4.874
303303	Al(OH)3 AQ	1.073E-06	1.073E-06	-5.96927	1.00029	-16.000
2813300	FeOH +2	5.628E-10	4.803E-10	-9.31852	0.85340	-2.353
2817320	FeSO4 +	6.416E-14	6.166E-14	-13.20998	0.96114	3.850
2811800	FeCl +2	1.564E-16	1.335E-16	-15.87458	0.85340	1.424
2811801	FeCl2 +	7.152E-20	6.974E-20	-19.16278	0.96114	2.147
2811802	FeCl3 AQ	5.944E-25	5.945E-25	-24.22583	1.00029	1.130
2813301	FeOH2 +	5.254E-07	5.050E-07	-6.29672	0.96114	-5.653
2813302	FeOH3 AQ	1.104E-08	1.105E-08	-7.95673	1.00029	-13.600
2813303	FeOH4 -	2.140E-10	2.057E-10	-9.68674	0.96114	-21.583
2817321	Fe(SO4)2 -	2.605E-16	2.503E-16	-15.60148	0.96114	5.335
2813304	Fe2(OH)2+4	1.702E-17	9.029E-18	-17.04436	0.53041	-2.976
2813305	Fe3(OH)4+5	2.462E-21	9.143E-22	-21.03891	0.37129	-6.188
1003300	BaOH +	2.773E-15	2.666E-15	-14.57422	0.96114	-13.677
2311400	CuCO3 AQ	5.307E-10	5.309E-10	-9.27501	1.00029	6.730
2311401	Cu(CO3)2-2	4.431E-15	3.782E-15	-14.42232	0.85340	9.899
2311800	CuCl +	2.714E-12	2.609E-12	-11.58357	0.96114	0.254
2311801	CuCl2 AQ	1.098E-16	1.099E-16	-15.95919	1.00029	-0.076
2311802	CuCl3 -	2.987E-23	2.871E-23	-22.54200	0.96114	-2.578
2311803	CuCl4 -2	1.975E-29	1.685E-29	-28.77330	0.85340	-4.695
2313300	CuOH +	3.385E-10	3.253E-10	-9.48771	0.96114	-7.983
2313301	Cu(OH)2 AQ	1.265E-09	1.266E-09	-8.89772	1.00029	-13.680
2313302	Cu(OH)3 -	1.481E-16	1.423E-16	-15.84673	0.96114	-26.882
2313303	Cu(OH)4 -2	6.182E-23	5.275E-23	-22.27774	0.85340	-39.531
2313304	Cu2(OH)2+2	2.208E-14	1.884E-14	-13.72490	0.85340	-10.681
2317320	CuSO4 AQ	4.455E-10	4.456E-10	-9.35102	1.00029	2.283
2311402	CuHCO3 +	5.523E-10	5.309E-10	-9.27501	0.96114	13.017
9501800	ZnCl +	7.998E-12	7.687E-12	-11.11422	0.96114	0.274
9501801	ZnCl2 AQ	6.711E-16	6.713E-16	-15.17308	1.00029	0.260
9501802	ZnCl3 -	6.419E-20	6.169E-20	-19.20976	0.96114	0.304
9501803	ZnCl4 -2	2.910E-24	2.483E-24	-23.60501	0.85340	0.024
9503300	ZnOH +	5.260E-11	5.056E-11	-10.29622	0.96114	-9.241
9503301	Zn(OH)2 AQ	2.154E-12	2.155E-12	-11.66654	1.00029	-16.899
9503302	Zn(OH)3 -	1.320E-17	1.269E-17	-16.89655	0.96114	-28.382
9503303	Zn(OH)4 -2	4.388E-24	3.745E-24	-23.42656	0.85340	-41.130

9501804	ZnOHCl AQ	2.626E-13	2.627E-13	-12.58057	1.00029	-7.480
9507320	ZnSO4 AQ	1.432E-09	1.432E-09	-8.84396	1.00029	2.340
9507321	Zn(SO4)2-2	1.946E-12	1.661E-12	-11.77976	0.85340	3.349
9501400	ZnHCO3 +	3.912E-10	3.760E-10	-9.42483	0.96114	12.417
9501401	ZnCO3 AQ	5.560E-11	5.561E-11	-10.25483	1.00029	5.300
9501402	Zn(CO3)2-2	7.883E-15	6.728E-15	-14.17214	0.85340	9.699
1601800	CdCl +	1.209E-12	1.162E-12	-11.93469	0.96114	1.984
1601801	CdCl2 AQ	4.052E-16	4.053E-16	-15.39222	1.00029	2.572
1601802	CdCl2 -	2.003E-20	1.925E-20	-19.71556	0.96114	2.329
1601400	Cd(CO3)3-4	8.222E-29	4.361E-29	-28.26041	0.53041	6.495
1603300	CdOH +	1.193E-14	1.147E-14	-13.94052	0.96114	-10.355
1603301	Cd(OH)2 AQ	2.246E-18	2.246E-18	-17.64851	1.00029	-20.350
1603302	Cd(OH)3 -	4.383E-25	4.693E-25	-24.32852	0.96114	-33.283
1603303	Cd(OH)4 -2	9.127E-33	7.789E-33	-32.10854	0.85340	-47.281
1603304	Cd2OH +3	1.303E-23	9.121E-24	-23.02995	0.70000	-9.473
1601803	CdOHCl AQ	7.366E-16	7.368E-16	-15.13262	1.00029	-7.501
1604920	CdNO3 +	1.314E-13	1.263E-13	-12.89867	0.96114	0.532
1607320	CdSO4 AQ	5.262E-12	5.264E-12	-11.27869	1.00029	2.436
1601400	CdHCO3 +	1.152E-12	1.107E-12	-11.95580	0.96114	12.417
1601401	CdCO3 AQ	2.056E-13	2.057E-13	-12.68680	1.00029	5.399
1607321	Cd(SO4)2-2	9.509E-15	8.115E-15	-14.09073	0.85340	3.569
6001800	PbCl +	1.535E-11	1.475E-11	-10.83120	0.96114	1.520
6001801	PbCl2 AQ	2.394E-15	2.395E-15	-14.62068	1.00029	1.776
6001802	PbCl3 -	1.615E-19	1.552E-19	-18.80902	0.96114	1.668
6001803	PbCl4 -2	7.038E-24	6.006E-24	-23.22138	0.85340	1.370
6001400	Pb(CO3)2-2	8.784E-15	7.497E-15	-14.12514	0.85340	10.709
6003300	PbOH +	2.026E-10	1.947E-10	-9.71053	0.96114	-7.693
6003301	Pb(OH)2 AQ	1.410E-13	1.411E-13	-12.85054	1.00029	-17.120
6003302	Pb(OH)3 -	3.138E-18	3.016E-18	-17.52055	0.96114	-28.043
6003303	Pb2OH +3	3.341E-17	2.339E-17	-16.63106	0.70000	-6.205
6004920	PbNO3 +	2.196E-11	2.111E-11	-10.67561	0.96114	1.187
6007320	PbSO4 AQ	4.011E-10	4.012E-10	-9.39664	1.00029	2.750
6003304	Pb3(OH)4+2	7.354E-25	6.276E-25	-24.20234	0.85340	-24.402
6001401	PbCO3 AQ	5.273E-10	5.274E-10	-9.27783	1.00029	7.240
6003305	Pb(OH)4 -2	1.511E-23	1.290E-23	-22.88956	0.85340	-39.630
6007321	Pb(SO4)2-2	3.282E-13	2.801E-13	-12.55276	0.85340	3.539
6001402	PbHCO3 +	2.688E-10	2.583E-10	-9.58783	0.96114	13.217
5401800	NiCl +	3.387E-12	3.256E-12	-11.48734	0.96114	0.416
5403300	NiOH +	2.123E-12	2.041E-12	-11.69017	0.96114	-10.120
5403301	Ni(OH)2 AQ	5.207E-15	5.208E-15	-14.28332	1.00029	-19.000
5403302	Ni(OH)3 -	1.009E-19	9.698E-20	-19.01333	0.96114	-29.983
5407320	NiSO4 AQ	3.602E-10	3.603E-10	-9.44330	1.00029	2.256
5401801	NiCl2 AQ	1.024E-15	1.025E-15	-14.98939	1.00029	0.960
5401400	NiHCO3 +	1.402E-10	1.347E-10	-9.87061	0.96114	12.487
5401401	NiCO3 AQ	6.299E-10	6.301E-10	-9.20061	1.00029	6.870
5401402	Ni(CO3)2-2	7.260E-15	6.196E-15	-14.20791	0.85340	10.179
5407321	Ni(SO4)2-2	3.261E-15	2.783E-15	-14.55554	0.85340	1.089
3301400	HCO3 -	8.244E-05	7.924E-05	-4.10105	0.96114	10.433
3301401	H2CO3 AQ	8.783E-05	8.786E-05	-4.05622	1.00029	16.731
3307320	HSO4 -	5.670E-09	5.450E-09	-8.26362	0.96114	1.900
8933300	UO2OH +1	4.118E-12	3.958E-12	-11.40253	0.96114	-5.301
8933301	UO2)2OH2+2	1.062E-18	9.065E-19	-18.04265	0.85340	-5.804
8933302	UO2)3OH5+1	1.415E-22	1.360E-22	-21.86639	0.96114	-16.135
8931400	UO2CO3 AQ	3.034E-11	3.035E-11	-10.51785	1.00029	10.084
8931401	UO2CO3)2-2	1.372E-12	1.171E-12	-11.93155	0.85340	16.987
8931402	UO2CO3)3-4	5.733E-16	3.041E-16	-15.51699	0.53041	21.855
8931800	UO2Cl +1	6.193E-17	5.952E-17	-16.22532	0.96114	0.210
8937320	UO2SO4 AQ	2.446E-14	2.446E-14	-13.61147	1.00029	2.619
8937321	UO2SO4)2-2	1.098E-16	9.370E-17	-16.02825	0.85340	4.148
8937700	UO2H3SiO4	6.627E-13	6.370E-13	-12.19587	0.96114	-2.393
2113300	Cr+3	2.040E-11	1.428E-11	-10.84535	0.70000	10.224
2113301	Cr(OH)+2	1.108E-09	9.456E-10	-9.02431	0.85340	5.689
2113302	Cr(OH)3 AQ	5.828E-10	5.830E-10	-9.23432	1.00029	-7.130
2113303	Cr(OH)4-	1.079E-14	1.037E-14	-13.98434	0.96114	-18.133
2113304	CrO2-	2.737E-14	2.631E-14	-13.57992	0.96114	-17.728
2111800	CrCl+2	5.868E-16	5.008E-16	-15.30037	0.85340	9.746

2111801	CrCl2 +	6.979E-21	6.709E-21	-20.17343	0.96114	8.884
2111802	CrOHCl2 Aq	1.557E-20	1.557E-20	-19.80770	1.00029	2.963
2114920	CrNO3 +2	1.372E-16	1.171E-16	-15.93135	0.85340	8.627
2117320	CrSO4 +	2.375E-14	2.860E-14	-13.54370	0.96114	11.264
2117321	CrOHSO4 Aq	5.686E-11	5.688E-11	-10.24503	1.00029	8.275

Type III - SPECIES WITH FIXED ACTIVITY

ID	NAME	CALC MOL	LOG MOL	NEW LOGK	DH
2	H2O	-5.376E-06	-5.270	0.000	0.000
330	H+1	-2.535E-04	-3.596	6.270	0.000
1	E-1	0.000E-01	0.000	8.413	0.000

Type VI - EXCLUDED SPECIES (not included in mole balance)

ID	NAME	CALC MOL	LOG MOL	NEW LOGK	DH
3301404	CH4 (g)	0.000E-01	-96.793	41.460	-61.000
3301403	CO2 (g)	2.424E-03	-2.615	18.172	-0.530
3300021	O2 (g)	4.261E-28	-27.370	-86.103	133.830

PART 4 of OUTPUT FILE

PC MINTEQA2 v3.10 DATE OF CALCULATIONS: 20-OCT-95 TIME: 13:26:51

PERCENTAGE DISTRIBUTION OF COMPONENTS AMONG
TYPE I and TYPE II (dissolved and adsorbed) species

UO2+2	1.4	PERCENT BOUND IN SPECIES # 893	UO2+2
	11.1	PERCENT BOUND IN SPECIES #8933300	UO2OH +1
	31.9	PERCENT BOUND IN SPECIES #8931400	UO2CO3 AQ
	3.7	PERCENT BOUND IN SPECIES #8931401	UO2CO3)2-2
	1.3	PERCENT BOUND IN SPECIES #8937700	UO2H3SiO4
Pb+2	31.4	PERCENT BOUND IN SPECIES # 600	Pb+2
	2.6	PERCENT BOUND IN SPECIES #6003300	PbOH +
	5.2	PERCENT BOUND IN SPECIES #6007320	PbSO4 AQ
	6.8	PERCENT BOUND IN SPECIES #6001401	PbCO3 AQ
	3.5	PERCENT BOUND IN SPECIES #6001402	PbHCO3 +
H4SiO4	100.0	PERCENT BOUND IN SPECIES # 770	H4SiO4
Al+3	1.3	PERCENT BOUND IN SPECIES # 303300	AlOH +2
	29.9	PERCENT BOUND IN SPECIES # 303301	Al(OH)2 +
	1.4	PERCENT BOUND IN SPECIES # 303302	Al(OH)4 -
	67.3	PERCENT BOUND IN SPECIES # 303303	Al(OH)3 AQ
Fe+3	97.8	PERCENT BOUND IN SPECIES #2813301	FeOH2 +
	2.1	PERCENT BOUND IN SPECIES #2813302	FeOH3 AQ
Mg+2	98.1	PERCENT BOUND IN SPECIES # 460	Mg+2
	1.8	PERCENT BOUND IN SPECIES #4607320	MgSO4 AQ
Ca+2	97.8	PERCENT BOUND IN SPECIES # 150	Ca+2
	2.1	PERCENT BOUND IN SPECIES #1507320	CaSO4 AQ
Na+1	99.9	PERCENT BOUND IN SPECIES # 500	Na+1
K+1	99.9	PERCENT BOUND IN SPECIES # 410	K+1
Cl-1	100.0	PERCENT BOUND IN SPECIES # 180	Cl-1
NO3-1	100.0	PERCENT BOUND IN SPECIES # 492	NO3-1
SO4-2	95.8	PERCENT BOUND IN SPECIES # 732	SO4-2
	3.3	PERCENT BOUND IN SPECIES #1507320	CaSO4 AQ
CO3-2	48.4	PERCENT BOUND IN SPECIES #3301400	HCO3 -
	51.5	PERCENT BOUND IN SPECIES #3301401	H2CO3 AQ
Cr(OH)2+	71.3	PERCENT BOUND IN SPECIES # 211	Cr(OH)2+
	18.0	PERCENT BOUND IN SPECIES #2113301	Cr(OH)+2
	9.5	PERCENT BOUND IN SPECIES #2113302	Cr(OH)3 AQ
Mn+3	100.0	PERCENT BOUND IN SPECIES # 471	Mn+3
Ni+2	93.3	PERCENT BOUND IN SPECIES # 540	Ni+2
	1.9	PERCENT BOUND IN SPECIES #5407320	NiSO4 AQ
	3.4	PERCENT BOUND IN SPECIES #5401401	NiCO3 AQ
Cu+2	86.7	PERCENT BOUND IN SPECIES # 231	Cu+2

앞면에서 계속 (성적번호 제 3838호)

검 사 항 목	기 준	검사결과	검 사 항 목	기 준	검사결과
17. 말라티온 (Malathion)	0.25 mg/l 이하	불검출 mg/l	31. 맛 (Taste)	무 미	적
18. 페니트로티온 (Fenitrothion)	0.04mg/l 이하	불검출 mg/l	32. 동 (Cu)	mg/l 이하	불검출 mg/l
19. 카바릴 (Carbaryl)	0.07mg/l 이하	불검출 mg/l	33. 색 도 (Color)	5도 이하	1 도
20. 1.1.1트리클로로 에탄(1.1.1-TCE)	0.1 mg/l 이하	불검출 mg/l	34. 세제(음이온계면 활성제 :ABS)	0.5 mg/l 이하	불검출 mg/l
21. 테트라클로로 에틸렌 (PCE)	0.01mg/l 이하	불검출 mg/l	35. 수소이온농도 (pH)	5.8-8.5	5.8
22. 트리클로로 에틸렌(TCE)	0.03mg/l 이하	불검출 mg/l	36. 아 연 (Zn)	1 mg/l 이하	불검출 mg/l
23. 디클로로메탄 (Diechloromethane)	0.02mg/l 이하	불검출 mg/l	37. 염소이온 (Cl -)	50mg/l 이하	2 mg/l
24. 벤 젠 (Benzene)	0.01mg/l 이하	불검출 mg/l	38. 증발잔류물 (RE)	500mg/l 이하	36 mg/l
25. 톨루엔 (Toluene)	0.7 mg/l 이하	불검출 mg/l	39. 철 (Fe)	0.3 mg/l 이하	불검출 mg/l
26. 에틸벤젠 (Ethy lebenzene)	0.3 mg/l 이하	불검출 mg/l	40. 망 간 (Mn)	0.3 mg/l 이하	불검출 mg/l
27. 크실렌 (Xylene)	0.5 mg/l 이하	불검출 mg/l	41. 탁 도 (Turbidity)	2도 이하	적 도
28. 경 도 (Hardness)	300 mg/l 이하	16 mg/l	42. 황산이온 (SO ₄ -2)	200mg/l 이하	3 mg/l
29. 과망간산칼륨소비 량(KMnO ₄ Consumed)	10 mg/l 이하	2.8 mg/l	43. 알루미늄 (Al)	0.2 mg/l 이하	0.04 mg/l
30. 냄새 (Odor)	무 취	적	관 정	수질기준	적합
비 고					

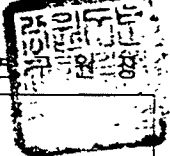
끝.

강원도보건환경연구원

우 200 - 093 춘천시 효자3동 17 - 3 (0361) 55 - 1122 - 3 / 전송 53-2718 담당
 강원도보건환경연구원

문서번호 : 보연환 65460 - 2852
 발 음 : 춘천시 우두동 765-5
 농어촌진흥공사 심규성

시행일자 : 1996. 6. 14.
 보 명 : 강원도보건환경연구원장



제 목 : 먹는물 수질검사 성적서
 (성적번호 제 3839 호)

선결			지		
접수	일자 시간	96. 6. 17 13:00	시	결재	부지사장
	번호	2138			부 장
처리과	개발		공람	과 장	
담당자	개발				

위와같이 먹는물 수질기준 및

검사등에 관한 규칙 제3조제2항의 규정에

의하여, 아래와같이 수질검사 성적서를 교부

합니다.

1. 검체내용 - 관련문서 :

검 체 명	먹는물	의뢰근거	민(관)원 수질검사	접수번호	2231
채수장소	강릉시 왕산면 대기리	채수일시	96.5.29	접수일시	96.5.30
채수방법	지참시료 (0) 검사자현장채취()	검사목적	제출(허가)용(), 참고용(0) 정기검사용()		

2 수질검사 결과

검 사 항 목	기 준	검사결과	검 사 항 목	기 준	검사결과
1. 일반세균 (Total Colonies)	100CFU/ml 이하	3,200 CFU/ml	9. 6가크롬 (Cr+6)	0.05mg/l 이하	불검출 mg/l
2. 대장균군 (Coliform Group)	음성/50ml	음성 /50ml	10. 암모니아성질소 (NH ₃ -N)	0.5 mg/l 이하	불검출 mg/l
3. 납 (Pb)	0.05mg/l 이하	불검출 mg/l	11. 질산성질소 (NO ₃ -N)	10mg/l 이하	0.1 mg/l
4. 불소 (F)	1.5mg/l 이하	0.2 mg/l	12. 카드뮴 (Cd)	0.01mg/l 이하	불검출 mg/l
5. 비소 (As)	0.05mg/l 이하	불검출 mg/l	13. 페놀 (Phenol)	0.005 mg/l이하	불검출 mg/l
6. 셀레늄 (Se)	0.01mg/l 이하	불검출 mg/l	14. 총트리할로메탄 (THM)	0.1 mg/l 이하	× mg/l
7. 수 은 (Hg)	불검출	불검출 mg/l	15. 다이아지논 (Diazinon)	0.02mg/l 이하	불검출 mg/l
8. 시 안 (CN)	불검출	불검출 mg/l	16. 파라티온 (Parathion)	0.06mg/l 이하	불검출 mg/l

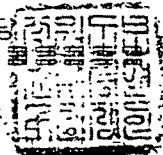
뒷면계속

앞면에서 계속 (성적번호 제 3839호)

검 사 항 목	기 준	검사결과	검 사 항 목	기 준	검사결과
17. 말라티온 (Malathion)	0.25 mg/l 이하	불검출 mg/l	31. 맛 (Taste)	무 미	적
18. 페니트로티온 (Fenitrothion)	0.04mg/l 이하	불검출 mg/l	32. 동 (Cu)	1 mg/l 이하	불검출 mg/l
19. 카바릴 (Carbaryl)	0.07mg/l 이하	불검출 mg/l	33. 색 도 (Color)	5도 이하	1 도
20. 1.1.1트리클로로 에탄(1.1.1-TCE)	0.1 mg/l 이하	불검출 mg/l	34. 세제(음이온계면 활성제 :ABS)	0.5 mg/l 이하	불검출 mg/l
21. 테트라클로로 에틸렌 (PCE)	0.01mg/l 이하	불검출 mg/l	35. 수소이온농도 (pH)	5.8-8.5	7.6
22. 트리클로로 에틸렌 (TCE)	0.03mg/l 이하	불검출 mg/l	36. 아 연 (Zn)	1 mg/l 이하	불검출 mg/l
23. 디클로로메탄 (Dichloromethane)	0.02mg/l 이하	불검출 mg/l	37. 염소이온 (Cl -)	250mg/l 이하	2 mg/l
24. 벤 젠 (Benzene)	0.01mg/l 이하	불검출 mg/l	38. 증발잔류물 (RE)	500mg/l 이하	53 mg/l
25. 톨루엔 (Toluene)	0.7 mg/l 이하	불검출 mg/l	39. 철 (Fe)	0.3 mg/l 이하	불검출 mg/l
26. 에틸벤젠 (Ethylbenzene)	0.3 mg/l 이하	불검출 mg/l	40. 망 간 (Mn)	0.3 mg/l 이하	불검출 mg/l
27. 크실렌 (Xylene)	0.5 mg/l 이하	불검출 mg/l	41. 탁 도 (Turbidity)	2도 이하	적 도
28. 경 도 (Hardness)	300 mg/l 이하	26 mg/l	42. 황산이온 (SO ₄ -2)	200mg/l 이하	2 mg/l
29. 과망간산칼륨소비 량(KMnO ₄ Consumed)	10 mg/l 이하	0.3 mg/l	43. 알루미늄 (Al)	0.2 mg/l 이하	0.03 mg/l
30. 냄새 (Odor)	무 취	적	판 정	수질기준 부적합	
비 고	일반세균수 기준초과				

끝.




강원도보건환경연구원

우 200 - 093 춘천시 호자3동 17 - 3 (0361) 55 - 1122 - 3 / 전송 53-2718 담당 

문서번호 : 본연환 85460 - 5116
 발령처 : 춘천시 우두동 765-5
 농어촌진흥공사 최승진

시행일자 : 1996. 9. 11
 보낸 : 강원도보건환경연구원

제목 : 먹는물 수질검사 성적서
 (성적번호 제6944 호)

선결							
접수	시간	96.9.13 13:00	시	결재	부지사장		
	번호	3366		공람	부장		
	처리과	수질과		공람	과장		
	담당자	74 박민					

위와같이 먹는물 수질기준 및

검사등에 관한 규칙 제3조제2항의 규정에

의하여 아래와같이 수질검사 성적서를 교부

합니다

1. 검체내용 - 관련문서 :

검체명	먹는물	의뢰근거	인(관)원 수질검사	접수번호	4526
채수장소	평창군 하안미5리 (1) : 수경관 개수	채수일시	96.8.31	접수일시	96.8.31
채수방법	지찰시료 (0) 검사자현장채취()	검사목적	제출(허가)용(), 참고용(0) 정기검사용()		

2 수질검사 결과

검사항목	기준	검사결과	검사항목	기준	검사결과
1. 일반세균 (Total Colonies)	100CFU/ml 이하	6 CFU/ml	9. 6가크롬 (Cr+6)	0.05mg/l 이하	불검출mg/l
2. 대장군균 (Coliform Group)	음성/50ml	음성 /50ml	10. 암모니아성질소 (NH ₃ -N)	0.5 mg/l 이하	불검출mg/l
3. 납 (Pb)	0.05mg/l 이하	불검출 mg/l	11. 질산성질소 (NO ₃ -N)	10mg/l 이하	0.7 mg/l
4. 불소 (F)	1.5mg/l 이하	불검출 mg/l	12. 카드뮴 (Cd)	0.01mg/l 이하	불검출mg/l
5. 비소 (As)	0.05mg/l 이하	불검출 mg/l	13. 페놀 (Phenol)	0.005 mg/l이하	불검출mg/l
6. 셀레늄 (Se)	0.01mg/l 이하	불검출 mg/l	14. 총트리할로메탄 (THM)	0.1 mg/l 이하	× mg/l
7. 수은 (Hg)	불검출	불검출 mg/l	15. 다이아지논 (Diazinon)	0.02mg/l 이하	불검출mg/l
8. 시안 (CN)	불검출	불검출 mg/l	16. 파라티온 (Parathion)	0.06mg/l 이하	불검출mg/l

뒷면계속

앞면에서 계속 (성적번호 제 6944 호)

검 사 항 목	기 준	검사결과	검 사 항 목	기 준	검사결과
17. 말라티온 (Malathion)	0.25 mg/l 이하	불검출 mg/l	31. 맛 (Taste)	무미	적
18. 페니트로티온 (Fenitrothion)	0.04mg/l 이하	불검출 mg/l	32. 동 (Cu)	1 mg/l 이하	불검출 mg/l
19. 카바릴 (Carbaryl)	0.07mg/l 이하	불검출 mg/l	33. 색 도 (Color)	5도 이하	1 도
20. 1,1,1트리클로로 에탄(1,1,1-TCE)	0.1 mg/l 이하	불검출 mg/l	34. 세제 (음이온계면 활성제 :ABS)	0.5 mg/l 이하	불검출 mg/l
21. 테트라클로로 에틸렌 (PCE)	0.01mg/l 이하	불검출 mg/l	35. 수소이온농도 (pH)	5.8-8.5	5.8
22. 트리클로로 에틸렌 (TCE)	0.03mg/l 이하	불검출 mg/l	36. 아 연 (Zn)	1 mg/l 이하	0.021 mg/l
23. 디클로로메탄 (Dichloromethane)	0.02mg/l 이하	불검출 mg/l	37. 염소이온 (Cl -)	150mg/l 이하	1 mg/l
24. 벤 젠 (Benzene)	0.01mg/l 이하	불검출 mg/l	38. 증발잔류물 (RE)	500mg/l 이하	22 mg/l
25. 톨루엔 (Toluene)	0.7 mg/l 이하	불검출 mg/l	39. 철 (Fe)	0.3 mg/l 이하	불검출 mg/l
26. 에틸벤젠 (Ethylbenzene)	0.3 mg/l 이하	불검출 mg/l	40. 망 간 (Mn)	0.3 mg/l 이하	불검출 mg/l
27. 크실렌 (Xylene)	0.5 mg/l 이하	불검출 mg/l	41. 탁 도 (Turbidity)	2도 이하	적 도
28. 경 도 (Hardness)	300 mg/l 이하	10 mg/l	42. 황산이온 (SO ⁻²)	200mg/l 이하	2 mg/l
29. 과망간산칼륨소비 량(KMnO ₄ Consumed)	10 mg/l 이하	0.8 mg/l	43. 알루미늄 (Al)	0.2 mg/l 이하	불검출 mg/l
30. 냄새 (Odor)	무 취	적	판 정	수질기준 적합	
비 고					

끝

강원도보건환경연구원

☎ 00 - 093 춘천시 호자3동 17 - 3 (0361) 55 - 1122 - 3 / 전송 53-2718

문서번호 : 보연환 65460 - 5116
 인 명 : 춘천시 우두동 765-5
 동여촌진흥공사 최승진

시행일자 : 1996. 9.
 보 명 : 강원도보건환경

제 목 : 먹논물 수질검사 성적서
 (검적번호 재6945 호)

선결			지
접 수	시간	96. 9. 13 13:00	시
	번호	3367	결재
처리과	시정		부지사장
담당자	개반		부 장
			공람 과 장

위와같이 먹논물 수질기준 및
 검사등에 관한 규칙 제3조제2항의 규정에
 의하여 아래와같이 수질검사 성적서를 교부
 합니다

1. 검체내용 - 관련문서

검 체 명	먹논물	의뢰근거	민(관)원 수질검사	접수번호	4526
채수장소	평창군 하안미5리 (2) : <u>하천수</u>	채수일시	96.8.31	접수일시	96.8.31
채수방법	자참시도 (0) 검사자현장채취 ()	검사목적	제출(허가)용 (), 참고용(0) 정기검사용 ()		

2. 수질검사 결과

검 사 항 목	기 준	검사결과	검 사 항 목	기 준	검 사 결과
1. 일반세균 (Total Colonies)	100CFU/ml 이하	74 CFU/ml	9. 6가크롬 (Cr+6)	0.05mg/l 이하	불검출 mg/l
2. 대장균군 (Coliform Group)	음성/50ml	양성 /50ml	10. 암모니아성질소 (NH ₃ -N)	0.5 mg/l 이하	불검출 mg/l
3. 납 (Pb)	0.05mg/l 이하	불검출 mg/l	11. 질산성질소 (NO ₃ -N)	10mg/l 이하	0.0 mg/l
4. 불소 (F)	1.5mg/l 이하	불검출 mg/l	12. 카드뮴 (Cd)	0.01mg/l 이하	불검출 mg/l
5. 비소 (As)	0.05mg/l 이하	불검출 mg/l	13. 페놀 (Phenol)	0.005 mg/l이하	불검출 mg/l
6. 셀레늄 (Se)	0.01mg/l 이하	불검출 mg/l	14. 총트리할로메탄 (THM)	0.1 mg/l 이하	× mg/l
7. 수 은 (Hg)	불검출	불검출 mg/l	15. 다이아지논 (Diazinon)	0.02mg/l 이하	불검출 mg/l
8. 시 안 (CN)	불검출	불검출 mg/l	16. 파라티온 (Parathion)	0.06mg/l 이하	불검출 mg/l

뒷면계속

앞면에서 계속 (상적번호 제 6945 호)

검 사 항 목	기 준	검사결과	검 사 항 목	기 준	검사결과
17. 말라티온 (Malathion)	0.25 mg/l 이하	불검출 mg/l	31. 맛 (Taste)	무미	적
18. 페니트로티온 (Fenitrothion)	0.04mg/l 이하	불검출 mg/l	32. 동 (Cu)	1 mg/l 이하	불검출 mg/l
19. 카바릴 (Carbaryl)	0.07 mg/l 이하	불검출 mg/l	33. 색 도 (Color)	5도 이하	1 도
20. 1.1.1트리클로로 에탄(1.1.1-TCE)	0.1 mg/l 이하	불검출 mg/l	34. 세제(음이온계면 활성제 :ABS)	0.5 mg/l 이하	불검출 mg/l
21. 테트라클로르 에틸렌 (PCE)	0.01mg/l 이하	불검출 mg/l	35. 수소이온농도 (pH)	5.8-8.5	6.4
22. 트리클로로 에틸렌 (TCE)	0.03mg/l 이하	불검출 mg/l	36. 아 연 (Zn)	1 mg/l 이하	0.011 mg/l
23. 디클로로메탄 (Dichloromethane)	0.02mg/l 이하	불검출 mg/l	37. 염소이온 (Cl -)	150mg/l 이하	1 mg/l
24. 벤 젠 (Benzene)	0.01mg/l 이하	불검출 mg/l	38. 증발잔류물 (RE)	500mg/l 이하	26 mg/l
25. 톨루엔 (Toluene)	0.7 mg/l 이하	불검출 mg/l	39. 철 (Fe)	0.3 mg/l 이하	불검출 mg/l
26. 에틸벤젠 (Ethylbenzene)	0.3 mg/l 이하	불검출 mg/l	40. 망 간 (Mn)	0.3 mg/l 이하	불검출 mg/l
27. 크실렌 (Xylene)	0.5 mg/l 이하	불검출 mg/l	41. 탁 도 (Turbidity)	2도 이하	적 도
28. 경 도 (Hardness)	300 mg/l 이하	13 mg/l	42. 황산이온 (SO ₄ ⁻²)	200mg/l 이하	2 mg/l
29. 과망간산칼륨소비 량(KMnO ₄ Consumed)	10 mg/l 이하	1.7 mg/l	43. 알루미늄 (Al)	0.2 mg/l 이하	불검출 mg/l
30. 냄새 (Odor)	무 취	적	관 정	수질기준	부적합.
비 고	대장균군 검출				

5. 현장사진

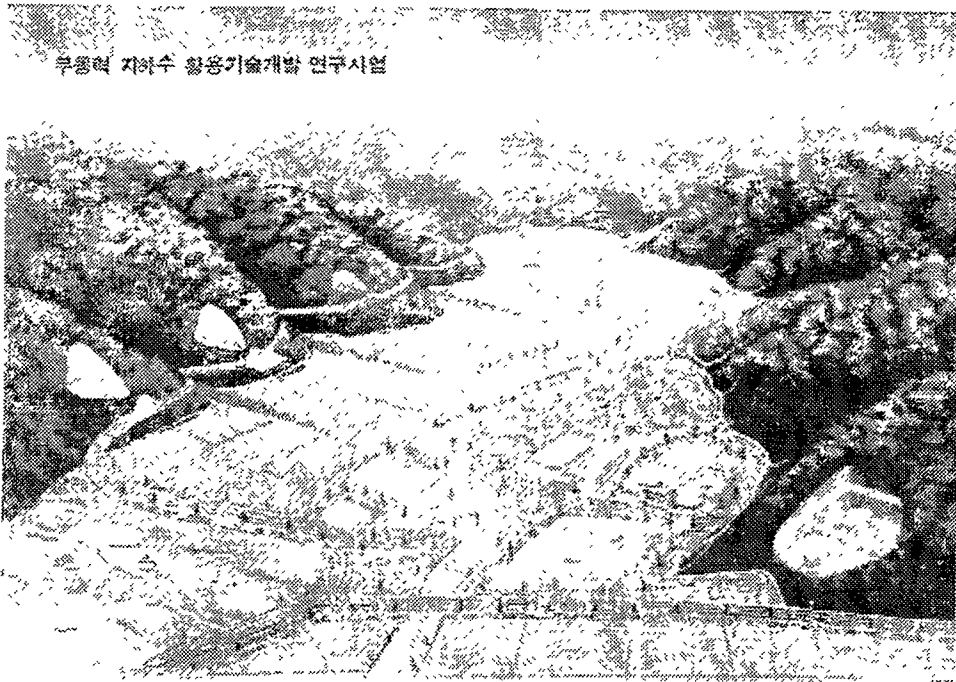


사진 1. 무동력 지하수 활용기술 연구사업 조감도

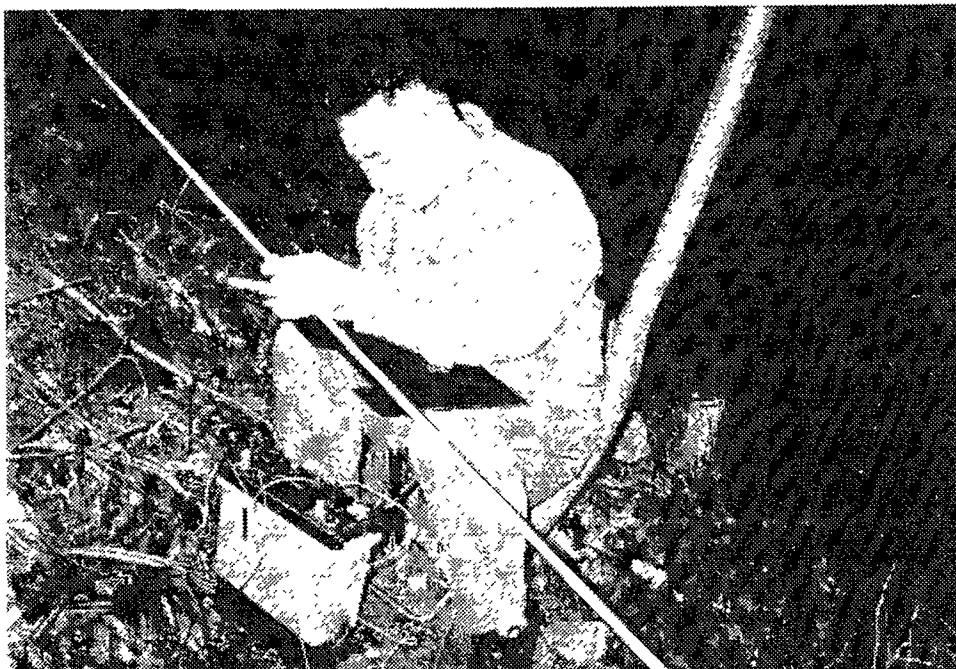


사진 2. 대기리지역의 물리탐사 광경



사진 3. 대관령지역의 수직전기비저항 탐사 광경



사진 4. 대관령지역의 극저주파탐사 광경

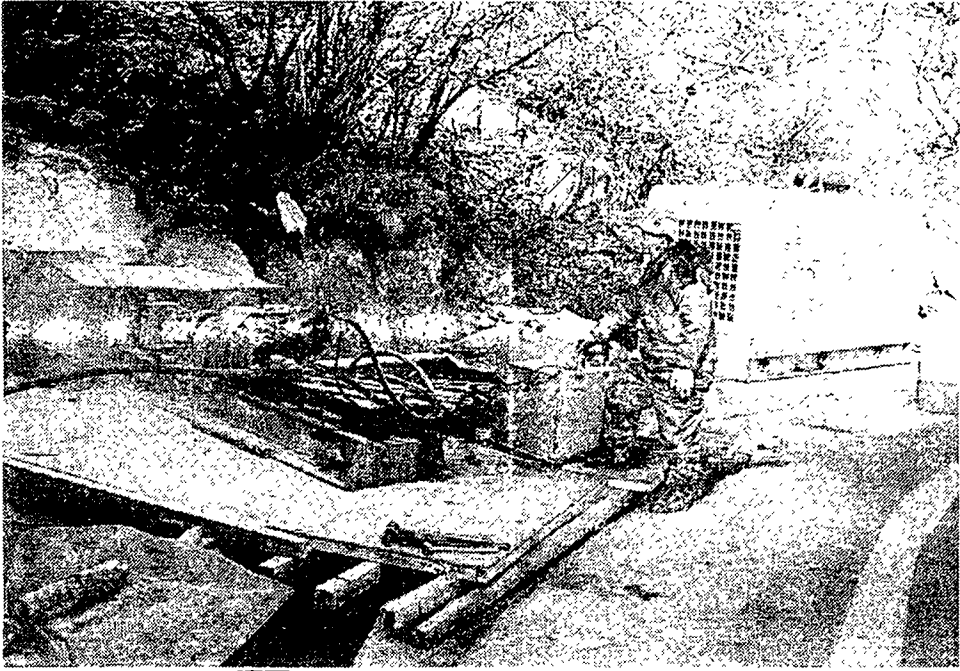


사진 5. 대관령지역의 수평착정 광경

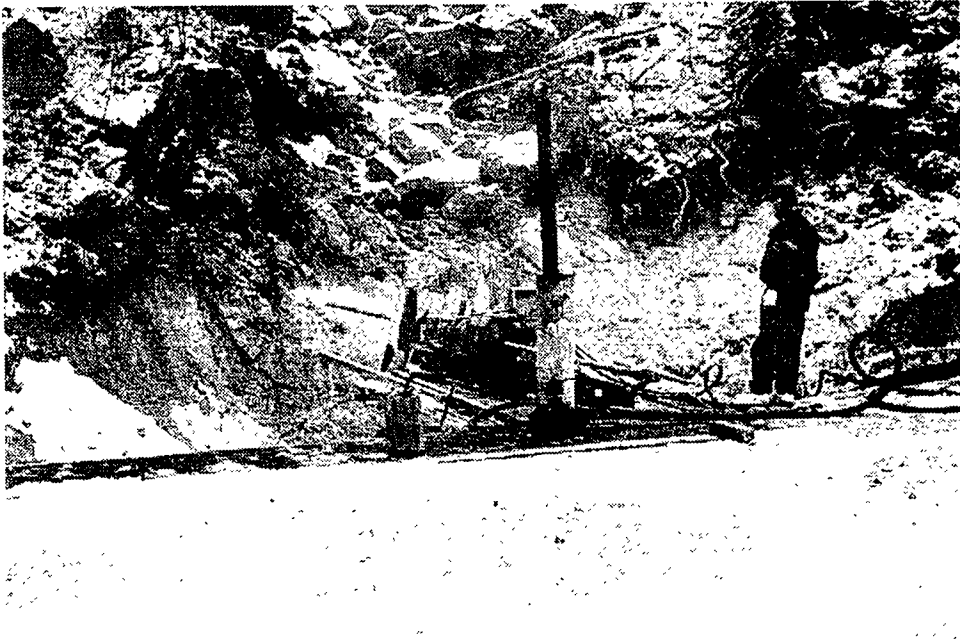


사진 6. 대기리지역의 수평착정 광경



사진 7. 하안미지역 전경



사진 8. 하안미지역의 쌍극자탐사 광경

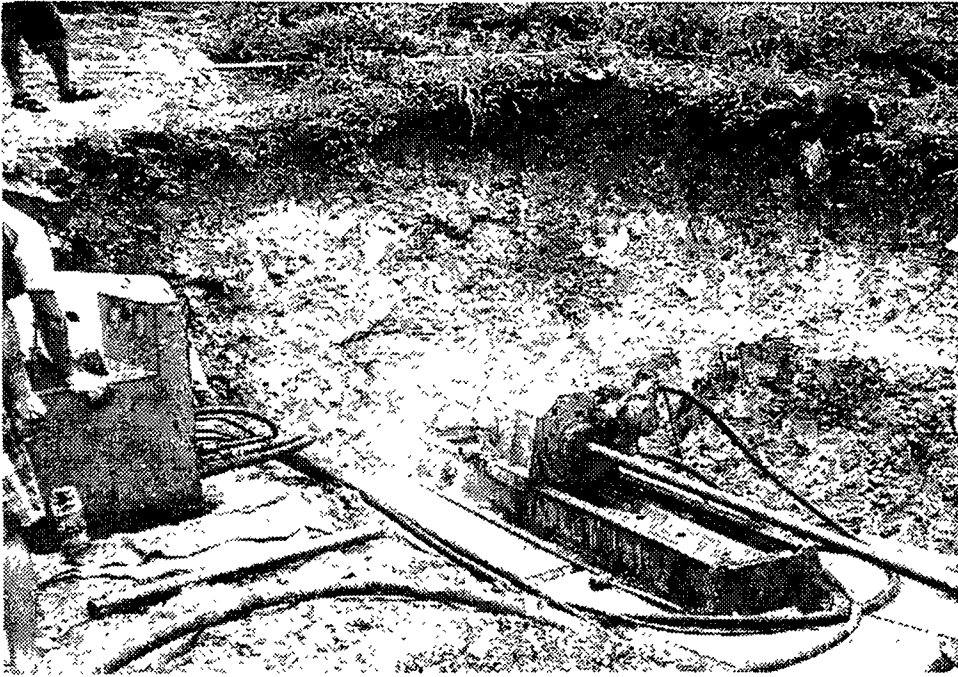


사진 9. 하안미지구 수평착정 광경



사진10. 수평착정 후의
용출 광경 (130m³/일)



사진11. 하안미지역의 극저주파탐사 광경



사진12. 성황동지역의 쌍극자탐사 광경